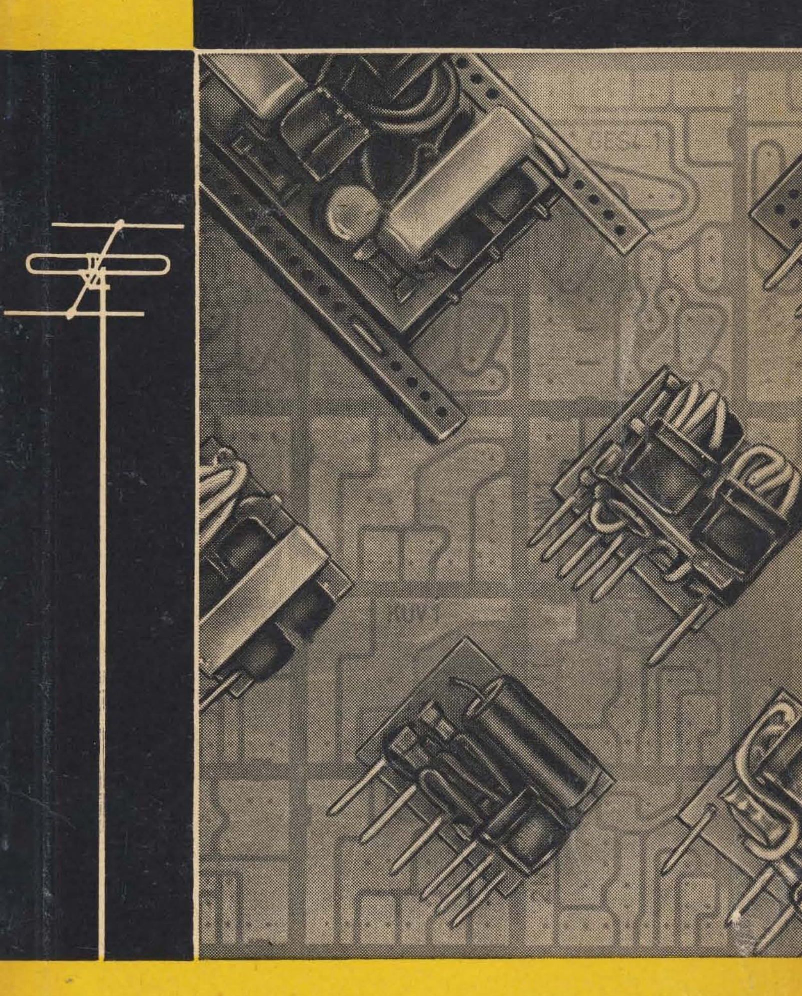
41

DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR



Klaus Schlenzig

Bausteintechnik für den Amateur

(Die Technik der gedruckten Schaltung – Teil III)

Der praktische Funkamateur · Band 41

Bausteintechnik für den Amateur

Klaus Schlenzig

Bausteintechnik für den Amateur

Die Technik der gedruckten Schaltung – Teil III



Deutscher Militärverlag

Redaktionsschluß: 25. April 1963

1.—15. Tausend
Deutscher Militärverlag, Berlin 1964
Lizenz-Nr. 5
Zeichner: Holm Krüger
Lektor: Sonja Topolov
Vorauskorrektor: Ingrid Elsner
Hersteller: Jürgen Hecht
Gesamtherstellung:
(204) VEB Graphische Werkstätten Berlin 15 5021
EVP: 1,90 DM

Vorwort

Die Technik ist dazu bestimmt, dem Menschen das Leben zu erleichtern. In der sozialistischen Gesellschaft trifft dies mehr denn je zu. Um so größer ist die Verpflichtung des einzelnen, nach besten Kräften dazu beizutragen, diese Technik allseitig weiterzuentwickeln. In vielen Bereichen des Lebens gehen heute berufliche und persönliche Interessen ineinander über. Das ist besonders beim elektrotechnisch tätigen Amateur der Fall. In der Freizeit vermag er sich „spielend" Kenntnisse anzueignen, die ihm auch im Beruf weiterhelfen können. Voraussetzung ist, daß er am derzeitigen Stand der Technik teilhaben kann, daß er im Sinne ihrer weiteren Entwicklung denken lernt. Die vorliegende Broschüre soll dabei behilflich sein. Bei ihrem Erscheinen werden bereits viele Leser im Besitz der hier beschriebenen Baugruppen sein, die der VEB Werk für Fernmeldewesen Berlin* über die RFT-Industrieläden Berlin, Dresden und Rostock in den Handel brachte. Das geschah infolge einer entsprechenden Einschätzung der weiteren technischen Entwicklung und in dem Bestreben, dem Amateur den notwendigen „Anschluß" zu vermitteln, einen Anschluß, der durch die beiden vorausgegangenen Broschüren zur Thematik der gedruckten Schaltung vom Deutschen Militärverlag vorbereitet wurde.

Gedruckte Schaltung und Baugruppentechnik bestimmen das Gesicht moderner elektronischer Geräte. Die Baugruppe als Vereinigung der Funktionen mehrerer Bauelemente wird in Zukunft kleinster Teil dieser Geräte bleiben, mag sie heute als *Modultechnik*, morgen als *Mikromodul-Technik* und übermorgen in Form von *Festkörperschaltungen* in Erscheinung treten. Dies wird der Zeitpunkt sein, da „denkende Automaten" den Produktionsprozeß bestimmen, wo jeder an diesem Prozeß Teilnehmende mit ihnen in Berührung kommt. Die Herstellung dieser Automaten aber beginnt mit der standardisierten Baugruppe.

* Neuer Name: VEB Meßelektronik Berlin.

Aus dieser Sicht ist das vorliegende Programm steckbarer Baugruppen einzuschätzen, nämlich als Versuch, jedem auf elektrotechnischem Gebiet Tätigen die Möglichkeit zu bieten, sich „spielend“ in die Baugruppentechnik einzuleben.
Das Programm wurde daher zunächst darauf abgestimmt, die dem Amateur vertraute Welt der NF- und HF-Technik mit steckbaren Baugruppen neu zu erschließen. Bei einmaligem, tragbarem finanziellem Aufwand bietet sich die Möglichkeit, das kleine Sortiment in unzähligen Kombinationen schnell und zuverlässig zusammenzustecken und beliebig oft die Aufgabenstellung zu wechseln. Außerdem wird die Verfügbarkeit fertiger Verstärker Zeit sparen für Versuche, bei denen diese Schaltungen „nebenbei“ benötigt werden.
Es bleibt nur zu hoffen, daß Verbraucher und Hersteller nach erfolgversprechendem Start in genügendem Kontakt bleiben, damit Überholtes zu gegebener Zeit durch Neues, Besseres ersetzt werden kann.

Berlin, März 1963 Klaus Schlenzig

Inhalt

1. Vom Bauelement zur Baugruppe

1.1 Gerätetechnik einst und jetzt

Ein elektrotechnisches Gerät hat, wie jede Schöpfung der Technik, die Aufgabe, ganz bestimmte Wirkungen hervorzurufen. Das Telefon verbindet die Gesprächspartner akustisch per Draht über beliebige Entfernungen, der drahtlose Empfänger bringt Information und Unterhaltung in jedes Haus. Beide Geräte sind in ihrem Äußeren seit je dem Benutzer angepaßt. Der Abstand zwischen Hör- und Sprechmuschel beim Telefon entspricht der mittleren Entfernung zwischen Ohr und Mund. Die Löcher der Wählscheibe sind den Fingern angepaßt. Das Gewicht des Handapparats ist selbst für ein Kind nicht zu schwer.

Der Rundfunkempfänger besitzt eine schalldurchlässige Vorderwand, eine Einstellmöglichkeit mit Skala, einen Schalter mit Lautstärkeregler.

So sieht es der Benutzer. Anders der Hersteller und Instandsetzer! Wie oft muß der letzte die „Sünden" des ersten büßen. Im Laufe der Jahre und Jahrzehnte erfuhr das Äußere der Geräte manche Wandlung. Rundfunkempfänger waren stets der „Mode" im verallgemeinerten Sinne unterworfen. Was gab es da nicht schon alles an Formen! Die Außengestalter überboten und überbieten sich. Wie aber steht es mit dem Innern des Geräts? Mögen die Ideen des Formgestalters noch so kühn sein, er muß sich mit den technischen Gegebenheiten abfinden, das heißt, er hat Form und Größe sowie die notwendigen Bauelemente zu berücksichtigen. Deren Anzahl wiederum wird bestimmt vom „Funktionsinhalt" des Geräts.

Beim Telefon hat sich — soweit es die Sprechstelle betrifft — seit Graham Bell's Zeiten nur wenig geändert. Zwar spielte auch hier selbstverständlich der jeweilige Formgeschmack eine Rolle, doch der Abstand zwischen Ohr und Mund wurde dadurch nicht beeinflußt. Auch die Fingergröße blieb. Ein Telefonapparat besteht fast ein Jahrhundert nach seiner Erfindung

im wesentlichen noch immer aus magnetischem Hörer, Kohlemikrofon und Impulsgeber.
Wie sieht es jedoch auf dem großen Gebiet der drahtlosen Empfänger aus? Vor vier Jahrzehnten beherrschten den Äther wenige Sender relativ geringer Leistung. In den Wohnungen fand man einfachste Detektorgeräte und Röhrenempfänger, die zum Beispiel als Audion oder als zweiknopfbediente Geräte mit abgestimmten HF-Verstärker ausgeführt waren. Neben der mit Schalltrichter versehenen magnetischen Kapsel tauchten die ersten dynamischen Lautsprecher auf.
Die Bauelemente besaßen respektable Dimensionen. Luftspulen mit einem Dezimeter Durchmesser oder mit Streufeldern, die zu Abschirmhauben zwangen, in denen heute mühelos ganze Kleinsuper unterzubringen wären; Drehkondensatoren von Zigarrenkistenformat; Festkondensatoren „1000 cm" von Streichholzschachtelgröße mit Schraubanschlüssen – diese Aufzählung ließe sich seitenlang fortsetzen. Es war ein Bild „der Größe", das sich dem Mutigen bot, der ein derartiges Gerät zu öffnen wagte (allein dies stellte schon Ansprüche an Geduld und Kraft). Hier zeigte sich noch unverfälscht, daß bei der jungen Industrie die Mechanik Pate gestanden hatte: Mit Blech und Schrauben wurde nicht gespart. Allerdings gestaltete sich eine Reparatur an solchen Geräten im allgemeinen relativ einfach, man mußte nur wissen, welche Schrauben zu lösen waren. Mit der räumlichen Aufteilung verfuhr man meist noch recht großzügig.
Ein Bauelement der zwanziger Jahre, beispielsweise eine Spule, erforderte beträchtliche Rohstoffmengen (in diesem Falle Kupfer). Ähnlich war es mit allen anderen Teilen der damaligen Geräte. Im umgekehrten Verhältnis dazu stand die Leistungsfähigkeit. Naturgemäß wuchsen die Ansprüche der Verbraucher, doch auch die Industrie machte Fortschritte. Die ersten Überlagerungsempfänger tauchten auf, die Empfangsergebnisse wurden besser. Mit den bisher gebräuchlichen Bauelementen realisiert, sprengten sie nun jedoch die tragbaren Dimensionen. Es bestand daher die zwingende Notwendigkeit, den gewachsenen Funktionsinhalt in möglichst nicht vergrößerten Hüllen unterzubringen. In der Wechselwirkung zwischen tech-

nischer Entwicklung und Verbraucherinteressen mußte sich der Umfang der Bauelemente verringern. Sei es, daß die Feinmechanik mit kleineren Plattenabständen bei Drehkondensatoren aufwarten konnte (was gleichzeitig kleinere Plattenzahlen und Plattenflächen erlaubte), sei es, daß neue Werkstoffe die Reduzierung der Maße und gleichzeitig erhebliche Verbesserungen im Hinblick auf die elektrischen Werte der Induktivitäten ermöglichten (Pulvereisen, später Ferrite), sei es durch die Anstrengungen der Röhrenindustrie (Stahlröhren mit liegendem Röhrensystem, Verbundröhren, Mehrgitterröhren), auf jeden Fall war bereits Ende der dreißiger Jahre ein Stand erreicht, der auch hohe Ansprüche an die Empfängerqualität sowie an relativ handliche Gehäuse befriedigen konnte.
Selbstverständlich waren nun kaum noch schraubbare Bauelemente anzutreffen. Die Löttechnik hatte sich durchgesetzt, Versuche des Schweißens von Verbindungsstellen verliefen dagegen aus Servicegründen weniger zufriedenstellend.
Das „Standardgerät" jener Jahre kann — von innen gesehen — etwa durch folgenden Steckbrief gekennzeichnet werden: Ein gemeinsamer Träger, das Chassis, vereinigte alle Bauelemente größerer Dimensionen (Filter, Röhren, Abstimmelemente) auf seiner Oberseite. Darunter befand sich die dreidimensionale Verdrahtung mit den kleineren Bauelementen (vorwiegend Widerständen und Kondensatoren). Einziges steckbares Bauelement war die Elektronenröhre. Bei Reparaturen mußte stets das Gesamtgerät untersucht werden. Erster Versuch einer Aufteilung nach Funktionen war die Anordnung des Netzteils auf getrenntem Träger. Das Gerät bestand dann aus den Baugruppen Netzteil und Empfänger.
Somit wurden derartige Geräte stets vom Bauelement aus entwickelt und vom Chassis an neu konstruiert. Wieviel Arbeit mag dabei im Laufe der Jahre allein in den sich (mit geringfügigen Variationen) doch stets wiederholenden Teil „ZF-Verstärker" gesteckt worden sein!
Die Entwicklung blieb naturgemäß bei diesem Ergebnis nicht stehen. Von den verschiedensten Seiten erhob sich die Forderung nach tragbaren, leichten und klei-

nen Geräten, gleichzeitig aber auch nach Erweiterung ihrer Funktionen (s. u. a. Tonband-Empfänger-Kombination).
Viele Bauelemente langten nun an der Grenze ihrer Miniaturisierbarkeit an, sofern man die bisherige Fertigungstechnik beibehielt. Auch die für Röhren notwendigen Betriebsspannungen standen der Verkleinerung der Bauelemente entgegen. Der Transistor schob diese Grenzen weiter hinaus. Allerdings war damit für die Geräte nicht etwa eine Volumenverringerung in dem Maße verbunden, wie es durch das Größenverhältnis Röhre : Transistor möglich erscheint. Einmal benötigt der Transistor infolge seiner im allgemeinen kleineren Impedanzen größere Kapazitätswerte in den Koppel- und Entkopplungsgliedern, zum anderen blieb die durch die Möglichkeiten der Fertigung bedingte Grenze bestehen. Daran konnten auch die technologischen Verbesserungen einzelner Produktionsprozesse sowie gewisse neue Bauelemente (z. B. Lackfilm- und Tantalkondensatoren) nichts Grundsätzliches ändern.
Die tatsächlich erreichbare Volumenreduzierung beim Übergang von einer Röhrenschaltung auf eine äquivalente Transistorschaltung liegt bei etwa (5 bis 10) : 1 bei einem Volumenverhältnis zwischen Röhre und Transistor von maximal 100 : 1. Sie ist allerdings abhängig von der Art des Aufbaus.
Schwierigkeiten zeichneten sich nun in der Herstellung der Geräte ab, denn die Volumenverringerung der Bauelemente machte diese naturgemäß auch mechanisch empfindlicher. Ein Bauelement zum Beispiel, das die Herstellung noch gut überstand, wurde oft bei Reparaturen zerstört, die in seiner Umgebung auszuführen waren. Dies mußte auch der Amateur erfahren, der die Vorteile der Kleinbautechnik zu nutzen versuchte. Auch die Fertigung selbst wurde immer schwieriger, sofern man die bisherigen Konstruktionsprinzipien beibehielt. Nicht zuletzt aber sprach das obenangeführte Argument der „Vielfachentwicklung“ für eine Bereinigung und Reduzierung des Entwicklungs- und Fertigungsaufwands.
Eines der Mittel zur Rationalisierung war der Einsatz der gedruckten Schaltung. Es genügte jedoch nicht,

diese einfach den bisherigen Konzeptionen anzupassen. Sie machte neue Varianten erforderlich.
An diesem Punkte ist es sinnvoll, sich wieder des anfangs genannten Beispiels zu erinnern. Das Innere des Telefons, so war festgestellt worden, hat sich nicht grundlegend gewandelt. Dennoch kann man heute ohne die Einschaltung menschlicher Arbeitskraft einen Partner in einer anderen Stadt anwählen, kann über das Fernamt praktisch mit der ganzen Welt verbunden werden. Die dazu notwendige Apparatur aber durchlief eine ähnliche Entwicklung wie das Innere des Rundfunkempfängers. In beiden Fällen werden die gleichen Bauelemente gebraucht. Doch bei den Verstärkerämtern der Post ging man viel früher einen Weg, der heute für die gesamte Gerätetechnik kennzeichnend ist. Auf Grund der Überlegung, daß ein Ausfall auf einer Fernleitung viel schneller behoben werden muß als beispielsweise in einem Rundfunkempfänger, und da andererseits die vielen Kanäle des Übertragungswegs im wesentlichen die gleichen Grundelemente erfordern, vereinigte man in größeren Gestellen viele gleichartig aufgebaute, nur in den elektrischen Daten zum Teil unterschiedliche, auswechselbare Baugruppen. Der Ausfall eines Übertragungskanals wird sehr schnell durch Auswechseln der schadhaften Gruppe behoben, die dann außerhalb der Anlage in Ruhe repariert werden kann.
Zwischen dem Rundfunkempfänger und dem Fernsprech-Verstärkeramt liegen – von der Zahl der Bauelemente her gesehen – die ungezählten Möglichkeiten der Kombination elektronischer Bauelemente zu Geräten und Anlagen. Sie alle entwickelten sich auf der Basis der zur Verfügung stehenden Bauelemente. Stets aber kann man, so kompliziert eine Schaltung auch sein mag, diese in einfachere Teilschaltungen zerlegen. Man wird dann feststellen, daß solche Teilschaltungen in vielen (ganz unterschiedlich wirkenden) Geräten oft aus den gleichen Elementen bestehen beziehungsweise sich auf einen gemeinsamen Nenner bringen lassen. Denken wir dabei nur an den ZF-Verstärker. Dieser kann nicht nur für eine ganze Gruppe von Rundfunkempfängern gleichartig geschaltet werden, er läßt sich auch auf andere Geräte (z. B. der Meß- oder

der Regeltechnik) anwenden. Gelingt eine solche Vereinheitlichung, so erhöht sich sofort die herstellbare Stückzahl, Automatisierungsmaßnahmen sind meist möglich, Arbeitskräfte werden eingespart, die Produktivität steigt und damit auch der gesellschaftliche Nutzen. Bei einem Ausfall wird man — ähnlich dem Beispiel aus dem Fernsprech-Verstärkeramt — nicht mehr das ganze Gerät ausbauen und reparieren müssen. Die entsprechend ausgebildete Baugruppe, die den Fehler enthält, läßt sich schnell aus dem Gesamtverband lösen und durch eine neue ersetzen. Eine konsequente Standardisierung solcher Baugruppen zeichnet sich bereits in unseren neueren Fernsehempfängern ab. Sie erleichtert Fertigung und Service wesentlich. Die Gerätetechnik hat in dieser Hinsicht ein ganzes Spektrum neuer Möglichkeiten vor sich, denn die Bauelementeindustrie griff den Gedanken der Baugruppentechnik auf und beginnt nun ihrerseits, außer den bisher üblichen Einzelbauelementen auch Baugruppen zu liefern. Diese enthalten jedoch nicht mehr Bauelemente in der gewohnten Form. Der elektrisch wirksame Teil eines Schichtwiderstands oder eines keramischen Kondensators zum Beispiel beansprucht heute nur einen winzigen Bruchteil vom Volumen des Bauelementes. Träger und Anschlüsse verbrauchen zusammen den größten Raum. Durch die Vereinigung mehrerer (aufgedampfter oder aufgedruckter) Flächenwiderstände auf einem gemeinsamen Körper, der außerdem schon die Verbindungen der Elemente enthält, durch Wahl eines keramischen Trägers als Dielektrikum für kleinere Kondensatoren und so weiter entsteht ein weit günstigeres Verhältnis. Dem Leser der „Gedruckten Schaltung Teil I“ ist diese Technik bereits als „Mikromodul-Technik“ bekannt. Der Volumenbedarf wird weiter gesenkt, indem für die ursprünglich noch in ihrer üblichen Form eingesetzten Transistoren und größeren Kondensatoren nunmehr kleinere Spezialanfertigungen oder nur ihre aktiven Teile eingesetzt und mit Isoliermasse vergossen werden. In der Festkörpertechnik schließlich tragen verschieden leitfähige Halbleiterschichten die einzelnen Bauelementefunktionen. Aus dem Einzelbauelement ist also zwangsläufig die Baugruppe geworden mit Maßen, die in der Größen-

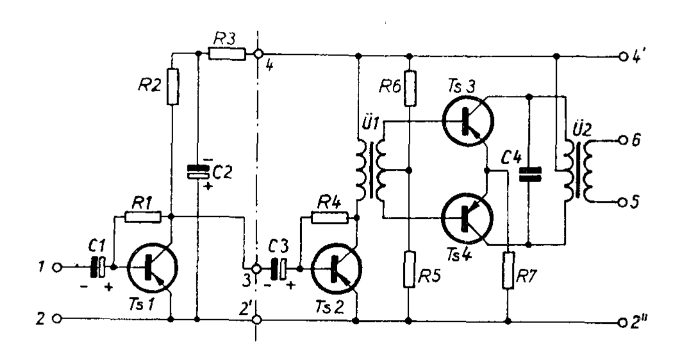
ordnung heutiger Kleinbauelemente liegen. Die Vereinigung herkömmlicher Kleinbauelemente auf gemeinsamem Träger und die Verwendung der Baugruppe als neuen Grundbaustein elektronischer Geräte bildet bereits eine Stufe der zukünftigen Gerätetechnik. Sie zwingt den Anwender zum „Denken in Baugruppen" (gleichgültig, in welcher Technik diese Baugruppen entstanden) und befreit ihn von der bisherigen „Wiederholarbeit" beim Entwurf der Schaltung vom Bauelement aus.
Rückschauend auf die gerätetechnische Entwicklung der letzten Jahrzehnte ergibt sich also: Aus dem „individuell" konstruierten, schaltungstechnisch einfachen Gerät mit relativ großen, auf gemeinsamem Träger angeordneten Bauelementen hat sich das im Funktionsinhalt weit umfangreichere moderne Gerät etwa gleicher oder geringerer Dimensionen entwickelt. Das war möglich, weil sich die Bauelementeindustrie laufend um die Volumenreduzierung der Bauelemente bemühte. Die fortschreitende Transistorisierung unterstützte diese Entwicklung. Äußerst kompliziert für Fertigung und Service erwies sich allerdings die Anordnung vieler kleiner Bauelemente auf engstem Raum. Eine gewisse Bereinigung brachte hierbei die gedruckte Schaltung. In Verbindung mit der Standardisierung von Grundschaltungen bot sie gleichzeitig Möglichkeiten, den Arbeitsaufwand für die Fertigung vieler Geräte zu senken. Das drückte sich in der Zusammenfassung dieser Grundschaltungen zu Baugruppen aus, die als Einheiten innerhalb des Geräteverbands aufzufassen und bei Reparaturen als Ganzes zu wechseln sind. Die neuen Technologien der Herstellung von Bauelementen müssen sich zwangsläufig in der Produktion von Baugruppen bereits beim Bauelementehersteller niedergeschlagen. Daher ist die Baugruppentechnik „zukunftssicher".

1.2 Baugruppenkonzeptionen

Eine Schaltung kann auf verschiedenen Wegen in Baugruppen zerlegt werden. Dies ergibt sich aus der jeweiligen Wirkung, die man erreichen will. Drei Fälle sind zu unterscheiden:

1.21 Aufteilung nach elektrischen Gesichtspunkten

Einer Baugruppe werden eine oder mehrere Grundschaltungen zugeordnet (Bild 1). Man erhält dadurch ein Minimum störanfälliger Verbindungen zur Gesamtschaltung. Ein Kostenminimum ergibt sich für eine Grundschaltung je Baugruppe. Im Volumenbedarf ist diese Art nur bei individueller Anpassung der Baugruppenmaße an das Volumen der eingesetzten Bauelemente optimal. Im Zusammenwirken mit den übrigen Gruppen des Gerätes sind tote Räume kaum



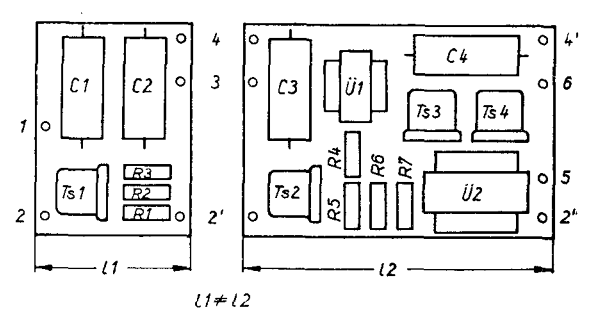


Bild 1 Aufteilung einer Schaltung nach elektrischen Gesichtspunkten

zu vermeiden. Bei standardisierten Plattengrößen (Steckkarten-Bauweise) treten die größten Volumenverluste ein.
Elektrisch integrierte Baugruppen bieten die Vorteile leichter Einzelprüfung, universellen Einsatzes und günstigen Services.

1.22 Aufteilung nach mechanischen Gesichtspunkten

Verzichtet man auf eine elektrisch integrierte Schaltung, so erhält man besonders bei Steckkartenbauweise mit einheitlichen Plattenformaten die größtmögliche Bauelementedichte. Dafür erhöht sich die Zahl störanfälliger äußerer Verbindungen wesentlich (Bild 2). Es ist eine Frage der Zuverlässigkeit der zum Einsatz

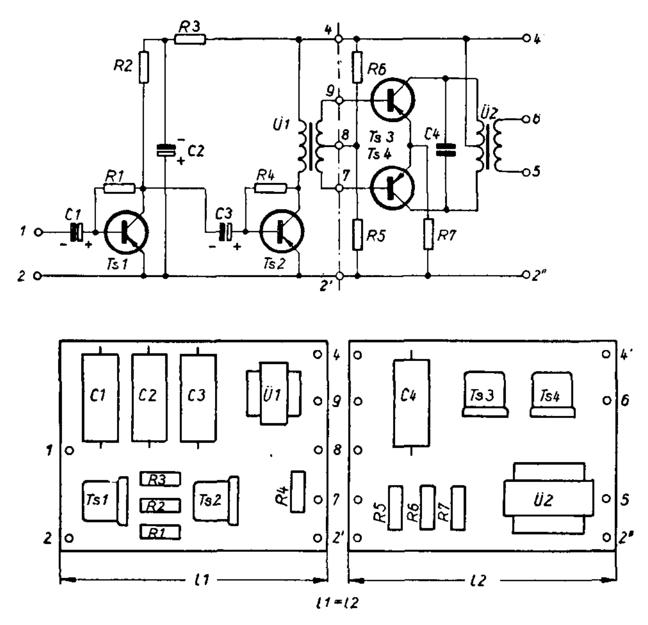


Bild 2 Aufteilung einer Schaltung nach mechanischen Gesichtspunkten

kommenden Steckverbindungen, inwieweit dies kritisch wird. Außerdem muß sich die willkürliche Auftrennung eines elektrischen Kreises selbstverständlich auch elektrisch vertreten lassen (Erhöhung der Schaltkapazitäten und -induktivitäten, der Koppelgefahr usw.). Für ein nach diesen Regeln aufgeteiltes Gerät ergeben sich weitere Probleme bei Prüfung und Reparatur.

1.23 Kombination

Unter gewissen Voraussetzungen läßt sich auch für elektrisch abgeschlossene Kreise ein einheitliches Plattenformat finden, das dennoch relativ gute Raumausnutzung gestattet. Als wichtigste Parameter gehen dabei ein:

Plattengröße;
Zahl und Art der verschiedenen Grundschaltungen;
Ausnutzung der dritten Dimension auch bezüglich der Plattenanordnung;
Zahl, Art und Größe der Anschlußorgane im Verhältnis zur Plattengröße;
Herstellungsverfahren.

1.3 Vorteile der Baugruppentechnik für den Amateur

Jeder Amateur, dem sein Steckenpferd mehr bedeutet als nur ein Ausfüllen von Freizeit, wird nach Möglichkeiten suchen, wie er oft erprobte Schaltungen für verschiedene Zwecke verwenden kann, ohne sie immer von neuem wieder zeitraubend aufbauen zu müssen. Er bemüht sich natürlich auch, seinen Bauelementebedarf so niedrig wie möglich zu halten. Jeder einmal in einer Schaltung verwendete Bauteil aber ist gebunden. Er muß also neu angeschafft werden. Dazu kommt, daß man nur ungern Aufbauten wieder völlig demontieren wird, nur, um ein neues Gerät mit den frei gewordenen Bauelementen zu bestücken. Besonders moderne Kleinbauelemente überstehen oft die Demontage oder den neuen Lötvorgang nicht, Drähte bre-

chen, Beschriftungen werden unleserlich und so weiter. Auch für den Amateur ist also eine gewisse Standardisierung sinnvoll. Am überzeugendsten gelingt diese mit steckbaren Baugruppen.
Bekanntestes steckbares Bauelement ist heute die Elektronenröhre. Es zeigt sich, daß mit derzeitigen Mitteln in gleicher Größenordnung ganze Baugruppen steckbar ausgeführt werden können (Bild 3). Die Vorzüge steckbarer Einheiten liegen auch für den Amateur auf der Hand. Die einmalige Anschaffung eines Sortiments von Bauelementen einschließlich der Leiterplatte und der Kontaktorgane führt automatisch zum „Denken in Baugruppen". Defekte, wie sie beim Demontieren üblicher Aufbauten an den Bauelementen entstehen können, sind nahezu ausgeschlossen. Sehr wichtig dürfte auch die finanzielle Seite sein. Der Fall, daß mehrere Geräte gleichzeitig betrieben werden, kommt selten vor und beschränkt sich in der Hauptsache auf organisch zusammengehörende Anlagen (Meßplätze, Sende- und Empfangsanlagen u. ä.). Der größte Teil einmal aufgebauter Schaltungen liegt also die

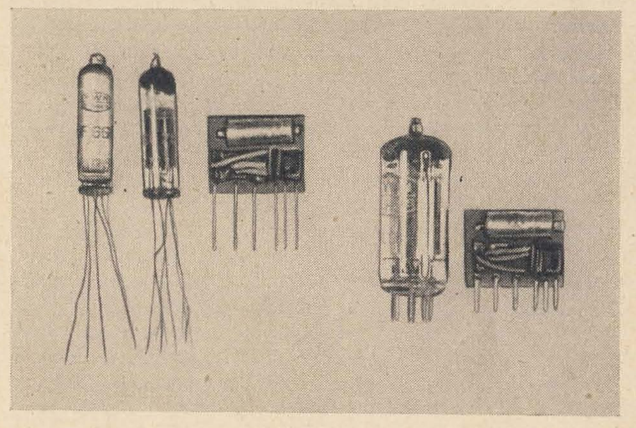


Bild 3 Steck- und einlötbare Miniaturröhren im Vergleich zu steck- und einlötbaren Kleinbaugruppen mit Transistoren

meiste Zeit über brach oder wird gar nicht mehr benutzt.
Ein logisch aufeinander abgestimmtes Sortiment einmal vorhandener, steckbarer Baugruppen dagegen ermöglicht es, bei kleinsten Gesamtkosten die verschiedensten Gerätetypen zeitlich nacheinander beliebig oft und schnell aufzubauen sowie zu demontieren. Das Gerät zerfällt dann in wenige Hauptteile: die lösbaren Baugruppen, den Gerüstteil und das Gehäuse. Der Gerüstteil enthält die verdrahteten, billigen Federleisten sowie die möglicherweise ebenfalls mit Steckanschlüssen versehenen größeren Bauelemente (Drehkos, Instrumente, Lautsprecher usw.). Somit bringen steckbare „Funktionsblocks“ dem Amateur große Zeitersparnis und ermöglichen ihm damit Konzentration auf das Wesentliche, auf die neue Gesamtschaltung, die er mit Baugruppen realisieren kann. Dennoch darf er die Kenntnis des Inhalts der Baugruppe selbst nicht verlieren. Zu diesem Zweck erscheint es sinnvoll, wenn er diese Baugruppe einmalig selbst herstellt.
Das in 2. beschriebene Programm des VEB Werk für Fernmeldewesen (s. S. 5) bildet eine gute Basis dafür. Darüber hinaus aber soll es jedem technisch Interessierten die Möglichkeit geben, sich mit der modernen Technik vertraut zu machen, und dadurch nicht zuletzt Fähigkeiten fördern helfen, die der gesamten Wirtschaft wieder zugute kommen.

2. Standardisierte Baugruppen für den Amateur

2.1 Voraussetzungen

Die vorangegangenen beiden Broschüren setzen grundsätzlich jeden Amateur in die Lage, von Grund auf mit gedruckten Schaltungen zu arbeiten. Das Vorhaben wird erleichtert, wenn sich Gleichgesinnte im Rahmen der GST oder polytechnischer Zirkel entsprechende Einrichtungen schaffen. Die NF- und HF-, die Regel- und Steuertechnik bieten ein unerschöpfliches Betätigungsfeld. Dennoch treten gewisse Grundschaltungen immer wieder auf. Es bedeutet eine wesentliche Erleichterung für den Amateur, diese nicht jedes Mal neu herstellen zu müssen. Das genannte Sortiment von Leiterplatten und Bauelementen kommt dem Amateur hierbei entgegen. Es wurde nach dem Prinzip zusammengestellt, ihm (auch, wenn er nicht selbst Leiterplatten anfertigt) Anschluß an die moderne Gerätetechnik zu sichern, deren Grundprinzipien er „ganz nebenbei" erlernt.

Mit dieser Aufgabenstellung war naturgemäß die Frage nach der Beschaffbarkeit der Bauelemente verbunden. Es leuchtet ein, daß die Industrie mit ihrem umfangreichen Programm des Exports und der Modernisierung der eigenen Produktionsmittel stets den Vorrang vor allen anderen Interessen haben muß. Andererseits entstehen bei der Produktion dafür vorgesehener moderner Bauelemente größere Stückzahlen von Exemplaren, die sich nicht in die festgelegten Typenreihen einordnen lassen. Sie könnten für die Serienproduktion nur mit zusätzlichem Aufwand eingesetzt werden.

Geht man aber von dem Gedanken der individuellen Anpassung aus, so ergibt sich ein ganz neues Bild. Wird nämlich eine genügende Anzahl solcher „Streutypen" ausgemessen und nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet, so kann man unter gewissen prüftechnischen Voraussetzungen (zusammen mit anderen passenden Bauelementen) vollwertige, funktionsfähige Bausätze gewinnen. Bei einem möglichen Ausfall ist

optimaler Ersatz allerdings erst dann gegeben, wenn die Daten des defekt gewordenen Bauelements bekannt sind.
Beide Voraussetzungen, das heißt die Prüfung kompletter Bausätze und damit größtmögliche Garantie für einwandfreie Funktion bei sachgemäßer Handhabung sowie die Kennzeichnung der Transistoren, werden vom Werk erfüllt.
Innerhalb weniger Monate entstand, im wesentlichen von den leicht beschaffbaren Bauelementen des Bildes 4 ausgehend, eine aufeinander abgestimmte Reihe von Grundschaltungen mit den notwendigen Satzprüf-Einrichtungen. Der Handel erhält die Bausätze mit auf Papptafeln befestigten, ausgelesenen Bauelementen in Beuteln aus durchsichtiger Folie (Bild 5). Beigefügt sind außer einer Bauanleitung eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Regeln für den Umgang mit Halbleitern und Leiterplatten sowie eine Aufstellung von 12 Einsatzbeispielen.
Größte Bedeutung hat auch der übrige Beutelinhalt: gelochte, beschnittene und lötfähig lackierte Leiterplatte, Steckerstifte zum Einsetzen in die Platte, Fe-

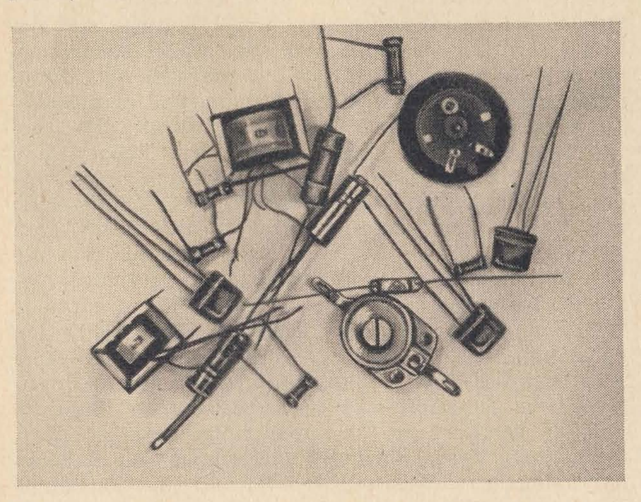


Bild 4 Ausgangsbasis des geplanten Programms



Bild 5 In dieser Form gelangen die Bausätze in den Handel (Änderungen in der Bauform der Bauelemente vorbehalten; Befestigung inzwischen verbessert)

dern für die beigegebene Lochleiste als Gegenstück zu den Steckern, Isolierschlauch.

Der Käufer muß nun jede Baugruppe zunächst einmalig montieren. Er wird auf diese Weise mit den

Teilen vertraut. Danach sollte er aber versuchen, nur noch in Baugruppen zu denken. Die Baugruppen sind steckbar, also wie Röhren zu behandeln (siehe Bild 3). Daher liegen jedem Beutel Stecker, Federn und Lochleisten bei. Die bestückten Lochleisten entsprechen damit Röhrenfassungen. Der Einzelbezug ist möglich.

2.2 Entwicklungslinie

Die folgenden Ausführungen sollen dazu beitragen, das Verständnis für die vorliegenden Ergebnisse zu fördern.

2.21 Anschlußelemente

Einfachster Stecker einer sehr kleinen Steckverbindung ist der 1-mm-Draht, einfachstes Gegenelement die Gabelfeder. Allerdings mußte sie durch Einlöten festgelegt werden. Dieser Nachteil wurde durch Verlängerung des offenen Teiles beseitigt. Die Enden münden nun ebenfalls in einer Bohrung. Damit verlangt der zur Rhombenfeder gewordene Kontakt drei Löcher im Träger, aber keine lötbare Fläche mehr. Die Kleinheit dieser Federn und ihre Anordnung macht Kontaktreihen mit nur einer Rastereinheit (2,5 mm) Kontaktabstand möglich. Ebensogut kann man nun die beiden Schenkel der Feder aus zwei getrennten Drahtstücken nach Art von Heftklammern formen, die dann gemeinsam in eine Lochgruppe des Trägerstreifens einzufügen sind. Die Zwangsführung durch die 1,3-mm-Löcher schafft den gleichen Effekt wie eine aus einem Stück hergestellte Rhombenfeder. Die elektrische Vereinigung der beiden unabhängig voneinander wirkenden Kontaktfederstücke ergibt sich automatisch beim Anlöten der Verbindungsdrähte. Bild 6 zeigt die Entwicklung dieser Steckverbindung, Bild 7 Federleiste und Baugruppe mit Steckerstiften.

2.22 Grundschaltungen

Aus den obengenannten Bauelementen (Bild 4) lassen sich Anwendungen der NF-Technik ableiten sowie

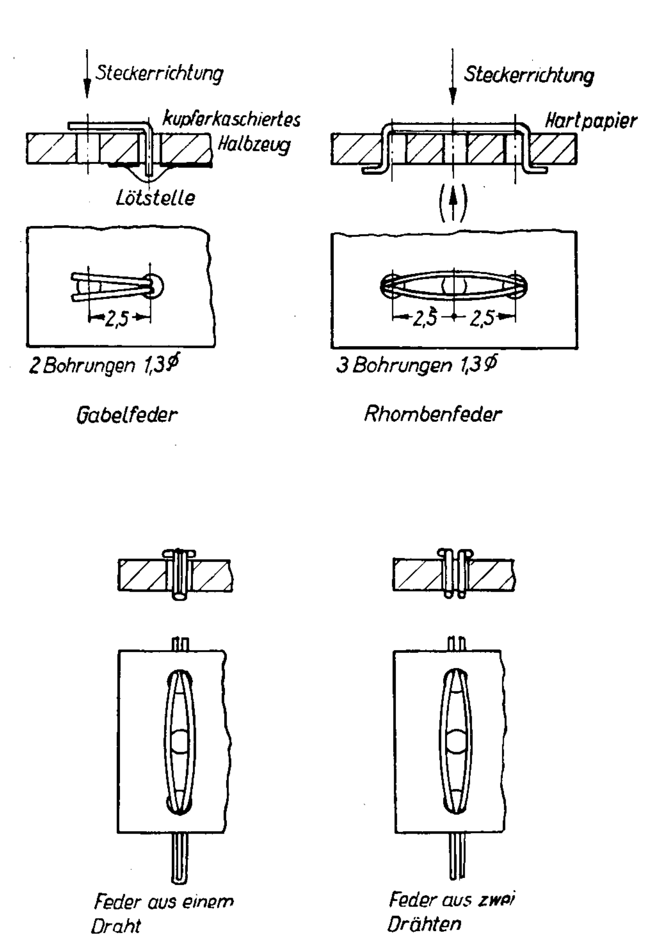


Bild 6 Entwicklungsgang der Steckverbindung

Gleichstromverstärker. Gleichzeitig sollte die Möglichkeit geboten werden, auch mindestens den Ortssender hörbar zu machen. Es sei jedoch an dieser Stelle, um allen falschen „Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen" vorzubeugen, nochmals ausdrücklich betont: Das Ziel die-

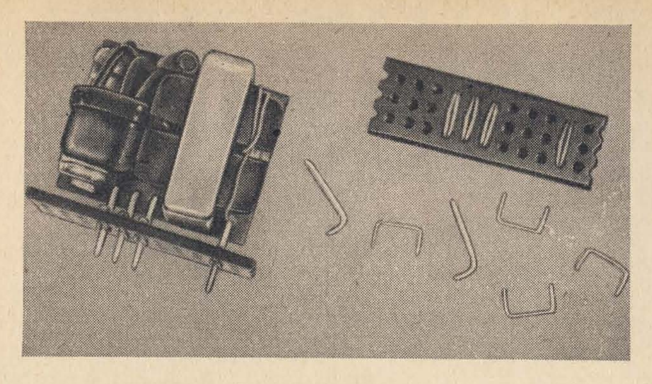
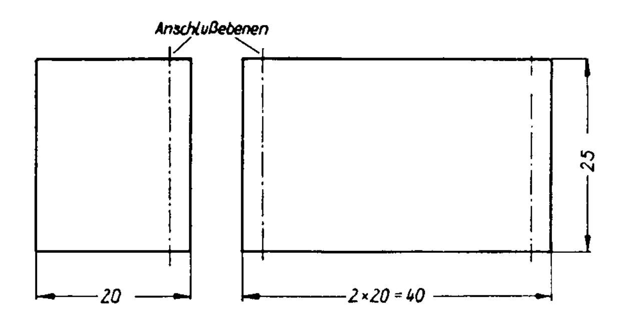


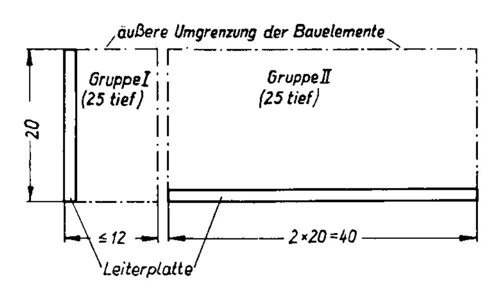
Bild 7 Baugruppe mit Mehrfach-Steckverbindung, einsatzbereit

ser Baugruppen besteht nicht darin, für möglichst wenig Geld ein „Radio“ zu bieten. Dazu ist die Sammlung zu vielseitig. Selbstverständlich kann man mit den Baugruppen einfache Empfänger zusammenstecken. Dies ist aber nur eine unter vielen anderen, teilweise weit interessanteren Möglichkeiten. Vor allem darf man nicht die Preise der für ein solches Gerätchen notwendigen Baugruppen addieren und mit dem Preis etwa eines „Sternchens“ vergleichen. Es handelt sich hier grundsätzlich um etwas ganz anderes. Dies lassen aber eigentlich schon die bisherigen Ausführungen erkennen. Allein die Möglichkeit, heute einen Empfänger, morgen aber aus den gleichen Bausteinen eine Wechselsprechanlage oder einen Plattenspieler-Verstärker zusammenzustecken und sie anschließend, „als wäre nichts gewesen“, unverletzt wieder in das Gerüst des Empfängers zu stecken — schon diese Variationen dürften verständlich machen, wie vielfältig das vorgestellte Programm ist, wie weit es über diesem einen Zweck steht.

2.23 Plattengröße und Leitungsmuster

Die gegebenen Bauelemente boten die sehr erwünschte Möglichkeit einer Standardisierung der Plattenformate.





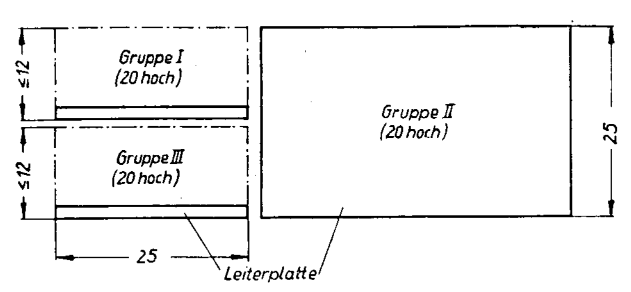


Bild 8 Mögliche Zuordnungen der beiden Baugruppenformate für engste Packung im Gerät

Auf diese Weise läßt sich die größte Bauelementedichte im Gerät erzielen.
Die Schaltungen (vier verschiedene Verstärker, ein NF-Generator, ein Regel- und Siebglied sowie eine

HF-Eingangsbaustufe) erlaubten ein Grundformat von $20 \cdot 25\ \text{mm}^2$. Lediglich die Endstufe kam damit nicht aus. Sie wurde daher auf einer doppelt so großen Platte vom Format $40 \cdot 25\ \text{mm}^2$ untergebracht. Dies bietet die meisten Kombinationen mit den kleineren Platten (Bild 8). Aus dem Bild geht bereits hervor, welche Richtung für das Stecken günstig ist. Die kleineren Platten erhielten grundsätzlich an einer der 25 mm langen Kanten in einer Rastereinheit Randabstand die notwendigen Stecker, die aus abgewinkelten 1-mm-Stiften bestehen. Die Endstufe dagegen wurde mit Flächensteckern ausgestattet, das heißt, an den (ebenfalls 25 mm breiten) Kanten sind gerade Stifte, nach unten ragend, anzubringen.
Die Leitungsmuster mußten notwendigerweise infolge der großen Bauelementedichte zu Trennlinienmustern werden (Bild 9). Es ließ sich auch nicht vermeiden, daß im Abstande einer Rastereinheit Punkte verschiedenen Potentials entstanden, denn den neun möglichen standen bis zu sieben notwendige Anschlüsse gegenüber. Das stellte erhöhte Anforderungen an die Genauigkeit der Fertigung. Günstig für die Lötstellenfläche sind die von den Steckern her erforderlichen 1-mm-Löcher.

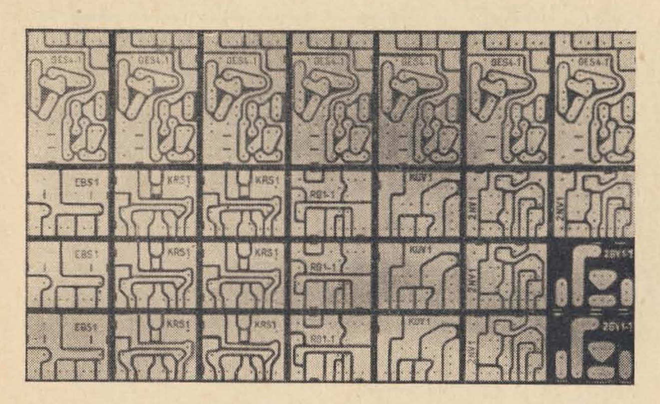


Bild 9 Leitungsmuster der sieben Baugruppen, wirtschaftlich als Mehrfachmuster hergestellt

Die mehr als gewohnte Sorgfalt bei der Montage dieser enggebauten Schaltungen wird belohnt durch das handliche Format, das sich bisher mit keiner anderen dem Amateur zugänglichen Technik erreichen ließ.

2.3 Das Bausteinprogramm des VEB Werk für Fernmeldewesen (s. S. 5)

Dieser Abschnitt soll einen Überblick geben über die wichtigsten technischen Daten der sieben bis zu diesem Zeitpunkt im Handel erhältlichen Bausätze.* Die Reihenfolge der Vorstellung entspricht dem „Signalweg“. Infolge von Streuungen der Bauelementewerte ist es wenig sinnvoll, genaue Daten anzuführen. Auf jeden Fall sind die Gruppen so ausgelegt, daß sich alle unter 4. genannten Beispiele mit ihnen realisieren lassen.

2.31 Eingangsbaustein EBS 1

Dieser Baustein, der eigentlich nur eine Zugabe zum Programm darstellt, ermöglicht mindestens Ortssender-Empfang. Er enthält neben einem bewickelten Ferritstab eine Leiterplatte für einen Trimmer, einen den Ortssender einstellenden Festkondensator, einen Kondensator zur Ankopplung einer Hilfsantenne sowie zur Demodulation des empfangenen Signals eine Diode. Im Berliner Raum gelingt in vielen Fällen bereits allein über den Ferritstab Empfang des Berliner Rundfunks (611 kHz). Andere Städte erfordern andere Fest-

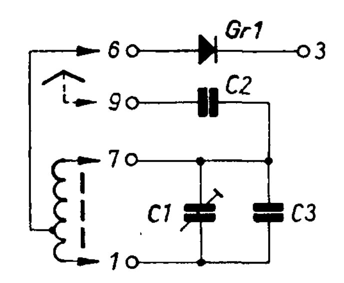


Bild 10
Schaltung des Eingangsbausteines EBS 1

* Inzwischen erschien eine weitere Baugruppe; siehe dazu Seite 88.

kondensatoren beziehungsweise Austausch durch einen Drehkondensator, der von außen anzuschließen ist. Etwa im Frequenzverhältnis 1 : 2 läßt sich auch mit der verschiebbar angebrachten Stabwicklung abstimmen. Dabei darf die Wicklung selbst nur erdseitig berührt werden, da die verlustbehaftete Handkapazität verstimmt und dämpft. Diese Art der Abstimmung bringt aber um so weniger Eingangsleistung, je weiter der Stab aus der Wicklung gezogen wird. Daher sollte mit dieser Methode nur ein begrenzter Bereich (Frequenzverhältnis etwa 1 : 1,5) grob abgestimmt werden. Für den Dresdener Ortssender (1043 kHz) ist auf jeden Fall ein kleinerer Kondensator zu empfehlen. In den provisorischen Beschreibungen der ersten Exemplare wurde ein Nomogramm noch nicht berücksichtigt, das die Auswahl des örtlich günstigen Festkondensators erleichtern soll. Jetzt ist es in der Beschreibung enthalten. Eine Abschätzung dieses Wertes gestattet auch die beigefügte Gleichung. Dort sind aber noch 25 pF in Abzug zu bringen, was sich aus der Parallelschaltung des mittleren Wertes von C_1 erklärt. Die Schaltung des EBS 1 gibt Bild 10 wieder; Bild 11 zeigt die Gruppe nach dem Zusammenbau.

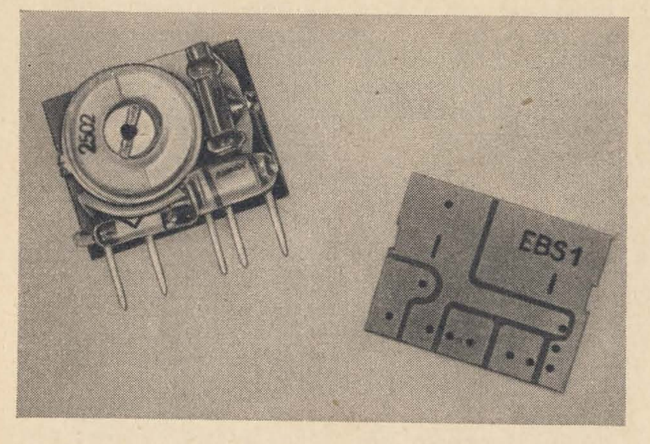


Bild 11 Eingangsbaustein EBS 1 nach dem Zusammenbau

Während also früher der Anfänger mit dem Detektorkristall und der selbstgewickelten Spule begann und vor wenigen Jahren die zuverlässige Germanium-Diode einen neuen Auftrieb für diese einfachste Teilnahme am Rundfunkempfang brachte, wird man in Zukunft mit dem EBS 1 – einer kompletten Baugruppe für diese und andere Zwecke – arbeiten können. Dabei bietet sich der Vorteil, daß die Baugruppe später auch für anspruchsvollere Schaltungen in beliebigen Kombinationen einsetzbar bleibt.

2.32 Kleinsignal-Universal-Verstärker KUV 1

Seine Schaltung hebt diesen Verstärker (Bild 12) von allen anderen Bausteinen des Systems ab. Wie sich aus Bild 13 erkennen läßt, ist jeder Anschluß des Transistors außen zugänglich, ohne daß an ihm selbst gelötet werden muß. Dies geschieht bekanntlich nur an der Federleiste. Es ist also möglich, für irgendeinen gerade gewünschten Betriebsfall (z. B. ein Experiment) die Gruppe einfach als „steckbaren Transistor" aufzufassen. Lediglich der Basiswiderstand schränkt diese Universalität etwas ein. Man kann ihn jedoch ebensogut beim Aufbau der Schaltung weglassen und später jeweils der Federleiste zuordnen. Für drei verschiedene Verstärkeranwendungen würden dann nur zwei zusätzliche Widerstände gleicher Größe wie der beigegebene benötigt. Im Falle des „steckbaren Transi-

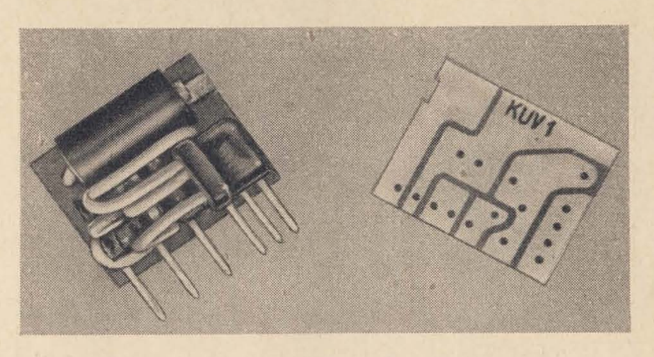


Bild 12 Kleinsignal-Universal-Verstärker KUV 1

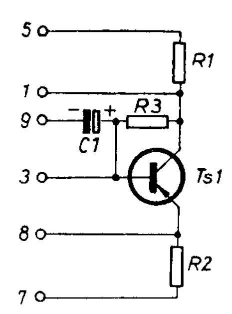


Bild 13
Schaltung des Kleinsignal-Universal-Verstärkers KUV 1

stors“ für Experimentierzwecke sind also die übrigen Bauelemente auf der Leiterplatte uninteressant. Die Außenanschlüsse besitzen dabei laut Bild 13 die Zuordnung 3 – Basis, 8 – Emitter, 1 – Kollektor. Die übrigen bleiben frei. Wird der Koppelkondensator in das Experiment einbezogen, so liegt der NF-Eingang bei 9. Der Name Universal-Verstärker bezieht sich aber nicht auf den unversell einsetzbaren „Stecktransistor“. Betrachtet man Bild 13 genauer, so stellt man folgendes fest:
Die Gesamtschaltung kann in vier verschiedenen Betriebsarten eingesetzt werden. Diese faßt Tabelle 1

Tabelle 1

Betriebsart	Kontakt für			
	Eingang	Ausgang	Batterie	
			⊕	⊖
Emitterstufe	9	1	8	5
Kollektorstufe	9	8	7	1
Gleichstromverstärker (Emitterschaltung)	3	1	8	5 od. Verbr.
Treiberstufe für Gegentakt (Phasenumkehr)	9	1 u. 8	7	5

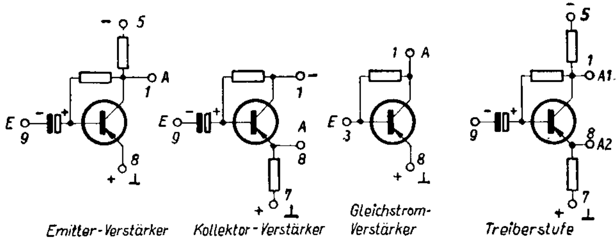


Bild 14 Schaltungsmöglichkeiten für den KUV 1

zusammen; Bild 14 enthält die entsprechenden Betrachtungslagen. Die Stufe ist durch die Parallelgegenkopplung mittels Basiswiderstand bereits temperaturstabilisiert. Dennoch kann für besondere Fälle zusätzlich eine Stromgegenkopplung eingefügt werden. Dazu legt man den in Emitterschaltung betriebenen Verstärker nicht mit 8, sondern mit 7 an den positiven Batterieanschluß. 8 und 7 sind dann durch einen Elko wechselspannungsmäßig kurzzuschließen, dessen Größe von der geforderten unteren Grenzfrequenz bestimmt wird. Bei dieser gleichzeitigen Einschaltung von R_1 und R_2 verlagert sich naturgemäß der Arbeitspunkt. Er kann aber bei Bedarf durch Parallelschaltung eines entsprechenden Widerstands zu R_3 (Fahnen 1 und 9 an der Federleiste) korrigiert werden.
Die Bauelemente des KUV 1 sind derart aufeinander abgestimmt, daß sich ein großer aussteuerbarer Bereich ergibt (etwa 150 mV ohne am Oszillografen sichtbare Beschneidung). Da andererseits der Transistor nach geringem Rauschen – im Rahmen der vom Sortiment her gegebenen Möglichkeiten – ausgelesen wurde, ist der KUV 1 besonders für Eingangsstufen geeignet. Dort treten aber im allgemeinen wesentlich kleinere Aussteueramplituden auf. Eine Verschiebung des Arbeitspunkts in Richtung kleinerer Betriebsströme infolge der oben geschilderten gleichzeitigen Einbeziehung von R_1 und R_2 kommt dabei der geforderten Rauscharmut entgegen.
Im Falle des Kollektorverstärkers erreicht der KUV 1 etwa 20 kΩ Eingangswiderstand. Dieser verringert sich bei Parallelschaltung des folgenden Verstärkereingangs

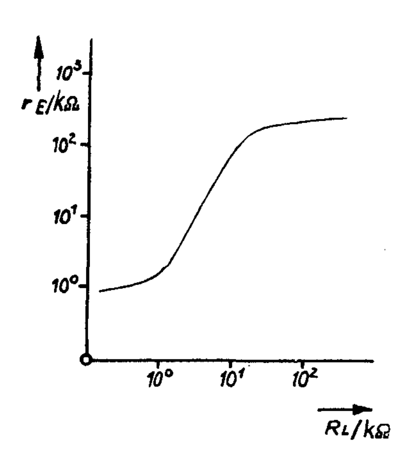


Bild 15
Wechselstrom-Eingangswiderstand eines Kollektor-Verstärkers in Abhängigkeit vom Lastwiderstand

zu R_2. Das geschieht nach der für Kollektorverstärker bestehenden Abhängigkeit $r_E = f(R_L)$, die in Bild 15 grafisch dargestellt wurde. Um einen größeren Eingangswiderstand zu erzielen, wäre es daher sinnlos, R_2 allein zu erhöhen. In diesem Falle muß auch der folgende Verstärker einen höherohmigen Eingang besitzen. Das erreicht man zum Beispiel mit einem weiteren KUV 1. Dieser erhält einen R_2 von 8 bis 10 kΩ. Mit ihm als Eingangsstufe ergeben sich, wenn die zweite Stufe durch einen normalen KUV 1 gebildet wird, etwa 100 kΩ Eingangswiderstand. Dieser Wert reicht zur Anpassung von Kristall-Mikrofonen und -Tonabnehmern aus. Die entsprechende Schaltung zeigt Bild 16. Die unscheinbare Sammlung der fünf Bauelemente, die den KUV 1 bilden, bietet durch die Verwandlung in eine steckbare Baugruppe also eine Fülle von Möglichkeiten. Dies war auf den ersten Blick keineswegs erkennbar.

Eine Kombination zweier KUV 1 und des Demodulatorteils vom EBS 1 stellt praktisch der 2UV 1 dar, den die Leser des II. Teiles der Broschüre „Die Technik der gedruckten Schaltung für den Amateur“ als Leiterplatte mit ausführlicher Beschreibung besitzen. Dieser Verstärker gestattet die beliebige Kombination der beiden Transistoren in vier verschiedenen Varianten.

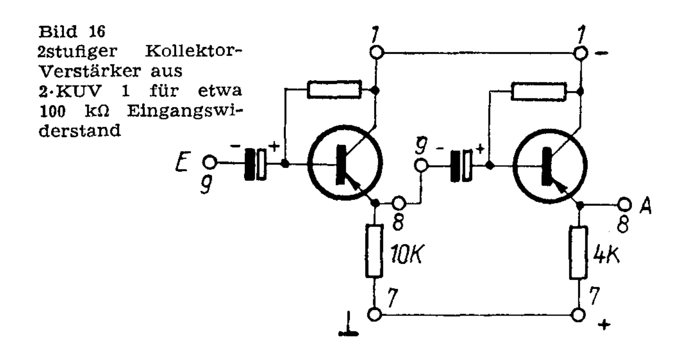


Bild 16
2stufiger Kollektor-Verstärker aus 2·KUV 1 für etwa 100 kΩ Eingangswiderstand

Eine Änderung erfordert dort allerdings das Umlöten auf der Leiterplatte. Daher sollte der 2UV 1 möglichst nur einmal in der am häufigsten benötigten Schaltung bestückt werden; es sei denn, man gelangt durch den Kauf eines zweiten Broschürenexemplars recht preiswert zu einer weiteren solchen Leiterplatte.

2.33 2stufiger NF-Verstärker 2NV 1

Dieser Verstärker (Bild 17) greift praktisch aus den vier Varianten die erste heraus (2stufiger Emitterverstärker). Hier gelingt eine Anordnung beider Stufen auf einer einzigen, nur 20 · 25 mm² großen Leiterplatte

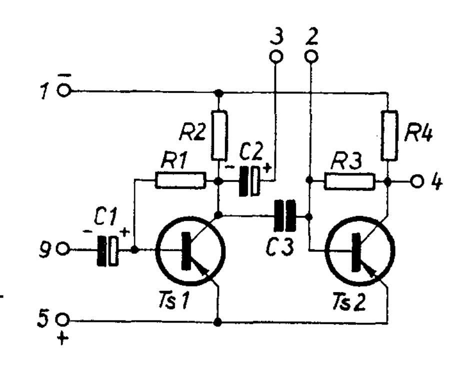


Bild 17
Schaltung des 2stufigen Niederfrequenz-Verstärkers 2NV 1

(Bild 18). Der 2NV 1 stellt auf Grund seiner Bauelementedichte ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die Vorzüge einer steckbaren Baugruppe in Leiterplattentechnik dar.
Die Transistoren dieser Baugruppe wurden nach möglichst geringem Rauschen in der ersten Stufe und weiter nach dem Gesichtspunkt ausgelesen, daß bei 3 mV Eingangsspannung ($r_E \sim 2\,k\Omega$) etwa 150 mV noch unbeschnittener Ausgangsspannung an einem Lastwiderstand von 2 kΩ entstehen. Zusammen mit der unten beschriebenen GES 4—1 dürften damit die meisten NF-Verstärkerprobleme zu lösen sein. Dies wird unterstrichen durch eine Eigenschaft des 2NV 1, die sich für verschiedene Zwecke ausnutzen läßt. Die Basis des zweiten Transistors ist an einen Stecker geführt, ebenso der Koppelkondensator von der ersten Stufe her (4 bzw. 5 μF). Erst bei Vereinigung beider Kontakte über die Federleiste ergibt sich der normale Frequenzgang. Bleiben die Kontakte offen, so koppelt nur ein keramischer Kondensator von 15 nF, der mit dem Eingang der zweiten Stufe einen Hochpaß bildet.

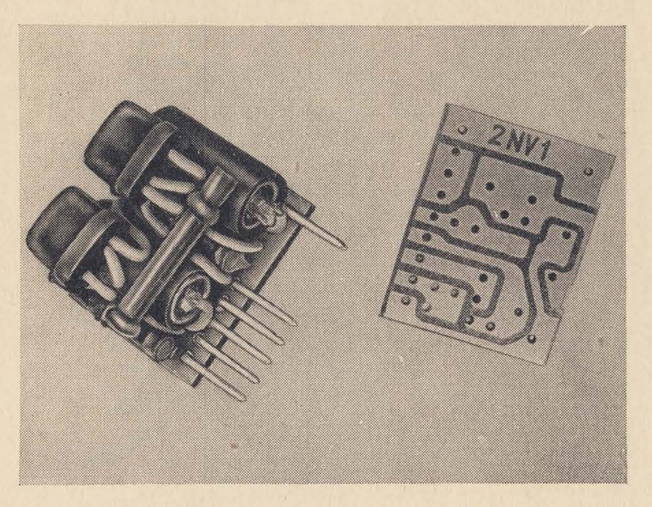


Bild 18 2stufiger Niederfrequenz-Verstärker 2NV 1

Auf diese Weise werden die Höhen betont, was sich besonders bei der Übertragung von Sprache (z. B. bei der Wechselsprechanlage) vorteilhaft bemerkbar macht. Zwischen diesen beiden Extremfällen läßt sich der Frequenzgang stufenlos ändern, wenn an die Anschlüsse 2 und 3 ein Potentiometer von 5 bis 25 kΩ als Regelwiderstand angeschlossen wird.

Andererseits bietet die von außen zugängliche Basis die Möglichkeit, die zweite Stufe gleichstrommäßig mit einem Verbraucher zu shunten (z. B. mit Kopfhörer) und dennoch (durch einen Einstellregler oder Festwiderstand von b_2 nach (—) oder c_2) wieder den optimalen Arbeitspunkt einzustellen.

2.34 Kombiniertes Regel- und Siebglied KRS 1

Zum Aufbau einer netzunabhängigen Verstärkeranlage benötigt man im allgemeinen den Verstärker selbst und die Batterie, außerdem ein Aufnahme- und ein Wiedergabeorgan. Mehrstufige Verstärker, die aus relativ kleinen Batterien gespeist werden, neigen bei größeren Amplituden oder auch einfach bei älterer Batterie zu Selbsterregung. Das geschieht über den Batterie-Innenwiderstand. Man beseitigt diesen Effekt, indem die Stromversorgung der Vorstufen wechselstrommäßig mittels RC-Glied von der Endstufe getrennt wird. Die Wirksamkeit des Siebglieds hängt ab

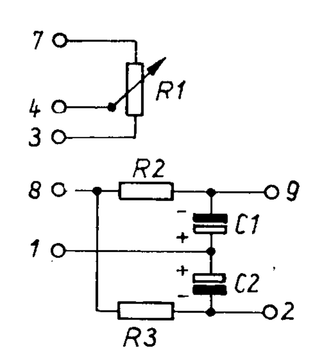


Bild 19
Schaltung des kombinierten Regel- und Siebgliedes KRS 1

vom Verhältnis der Widerstands- und Kondensatorenwerte. Bei aus Raumgründen beschränkten Kapazitäten ist der Widerstand zu vergrößern. Damit fällt an ihm aber eine größere Gleichspannung ab. Im allgemeinen fließen nun in den Vorstufen die kleinsten Ströme des Verstärkers. Teilt man außerdem das Siebglied auf zwei Stufen auf, so können infolge der kleinen Gleichströme für tragbare Betriebsspannungen recht hohe Siebwiderstände eingesetzt werden. Nach diesen Überlegungen wurde die Bauelementeseite des KRS 1 bestückt, das sich mit seinen Maßen in das System einfügen mußte.

Da mehrstufige Verstärker auf jeden Fall eine Lautstärkeregelung erfordern und auch aus anderen Gründen ein Potentiometer im System zweckmäßig erschien, wurde auf der Leiterseite des KRS 1 noch ein Knopfregler vorgesehen. Damit erhält die Baugruppe sieben Außenanschlüsse (Bild 19) und ein Aussehen nach Bild 20. Das KRS 1 ist voll ausgenutzt, wenn aus einer relativ kleinen Batterie neben der GES 4—1 noch zwei Vorstufen gespeist werden sollen. Es ist dann möglich, jede Stufe einzeln zu entkoppeln. Für Spezialfälle können die Elkos in der Gruppe parallelgeschaltet werden. Weiter kann man einen der Widerstände entfernen, so daß bezüglich Siebfaktor und

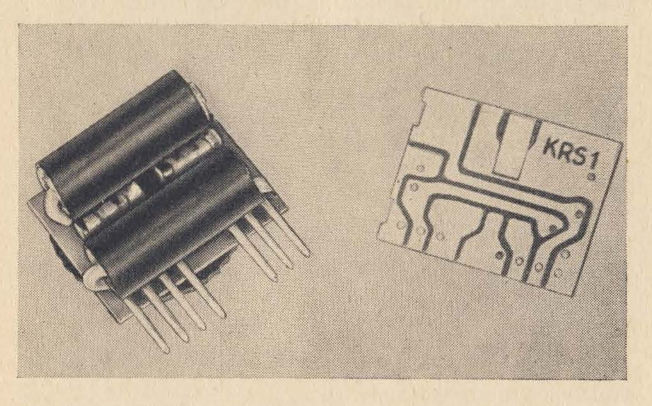


Bild 20 Kombiniertes Regel- und Siebglied KRS 1

Gleichspannungsabfall genügend Variationen gegeben sind. Batterien größeren Innenwiderstands sollte man auch weiterhin noch direkt hinter dem Einschalter durch einen 100- bis 500-μF-Elko überbrücken.
Das Potentiometer kann beliebig eingesetzt werden, beispielsweise zur Lautstärkeregelung, als Tonblende oder in Audionschaltungen als Rückkoppelpotentiometer. Der Arbeitsbereich der Baugruppe 2NV1 bezüglich der Betriebsspannung läßt es durchaus zu, ohne zusätzlichen Elko diesen Regler entweder direkt parallel zu R_4 oder auch von c_2 nach Masse zu schalten. In Fällen, wo die Lautstärke nicht bis zum Wert Null herabgeregelt werden soll (z. B. in den Wechselsprechanlagen), schaltet man den Regler nur als Serienwiderstand ein. Günstiger im Bereich ist es dann, den dritten Anschluß über einen geeigneten Widerstand an Masse zu legen. Das KRS1 erfordert im Geräteverband eine Lage, die den Bedienungsknopf von außen erreichbar macht. Dabei sind zur Ausschaltung von Spiel bei der Betätigung konstruktive Maßnahmen zweckmäßig, wenn der Drehknopf im Schlitz des Gerätegehäuses nicht ausreichend geführt wird. Ein Beispiel enthält 3.3 in Bild 32.

2.35 Gegentakt-Endstufe mit Treiber GES 4—1

Die Transistortechnik läßt die A-Endstufe immer mehr in den Hintergrund treten. Die heute greifbaren Miniaturtrafos erlauben stromsparende Gegentakt-Endstufen überraschend kleiner Dimensionen und bringen eine für Taschengeräte vollauf ausreichende akustische Leistung durch den guten Wirkungsgrad moderner Lautsprecher. Eine solche Schaltung liegt in der GES 4—1 vor (Bild 21 und 22). Die Standardausführung wird ohne Heißleiter geliefert. Versuche zeigten jedoch ihre Tauglichkeit bis 45 °C (mit dieser Temperatur wurden übrigens alle Gruppen bei ihrer Entwicklung getestet). Dort wird ein eingespeister Sinuston sichtbar beschnitten, wenn die im Lautsprecher umgesetzte Leistung etwa 30 mW beträgt. Bei Zimmertemperatur sind mit 6 V Betriebsspannung am 5-Ω-Kleinlautsprecher LP 559 etwa 40 bis 45 mW Sprechleistung erreich-

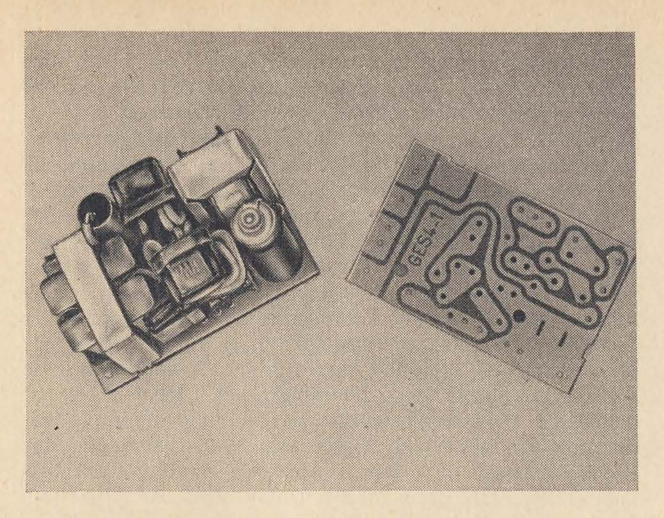


Bild 21 Gegentakt-Endstufe mit Treiber GES 4-1

bar. Das bedeutet bei den heute verfügbaren Lautsprechern weit mehr als die früher mit 50 mW definierte „Zimmerlautstärke".
Die für den Bausatz ausgelesenen Transistoren ermöglichen bei einem Eingangsspannungsbedarf von etwa 3 mV ($r_E \approx 1\,k\Omega$) Vollaussteuerung.
Bei den Überlegungen hinsichtlich der Schaffung solcher Endstufen war zu berücksichtigen, daß man stets die drei Größen Volumen (und damit Masse), Leistung und Aufwand in eine dem Zweck gemäße Relation bringen muß. Eine Sprechleistung von zum Beispiel 200 mW, wie man sie mit den gegebenen Transistoren durchaus erreicht, erfordert einmal wesentlich größere Wickelgüter (Trafos M 30 und M 42), wenn die Tonqualität befriedigen soll (damit steigen Masse und Volumen, aber auch der Aufwand), zum anderen ist bei Vollaussteuerung der Stromverbrauch entsprechend groß, also muß eine leistungsfähigere und damit größere Batterie verwendet werden. Auch dies erhöht Masse und Volumen. Innerhalb des Programms von

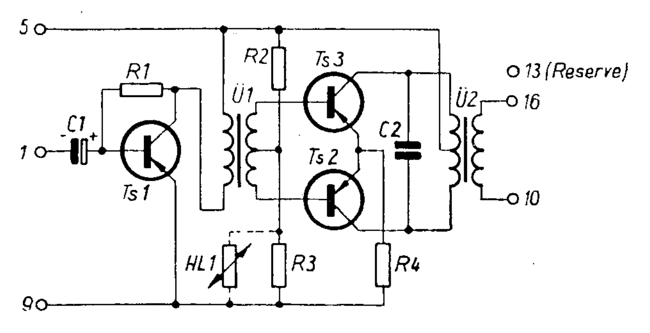


Bild 22 Schaltung der GES 4-1

Platten der Maximalgröße stellt somit die GES 4—1 eine optimale Lösung dar.
Eine Erhöhung der Betriebsspannung ist zwar möglich, wenn für den thermischen Schutz der Transistoren bei höheren Temperaturen ein Heißleiter TNM 120 eingefügt und der Spannungsteiler entsprechend korrigiert wird. Die Spannungserhöhung bedingt aber noch andere Konsequenzen. Zunächst hat man die Betriebsspannung des Koppelelkos zu berücksichtigen, die 6 V beträgt. Das ist aus Platzgründen auch beim Siebglied der Fall. Man sollte daher grundsätzlich für das ganze System 6 V generell als höchste Betriebsspannung ansetzen.

2.36 2stufiger Gleichstromverstärker 2GV 1—1

Die bisher vorgestellten Baugruppen dienten vor allem der Verstärkung oder Umformung akustischer Signale. Im 2GV 1—1 (Bild 23, Schaltung Bild 24) liegt nun ein Baustein vor, den man bedingt zur Gruppe der „elektronischen Schalter" zählen kann, wenn er entsprechend betrieben wird. Es handelt sich also nicht um einen Meßverstärker, sondern einfach um ein Organ, das Gleichströme in der Größenordnung von etwa 50 μA derart verstärkt, daß sich größere Wirkungen damit auslösen lassen (z. B. das Ansprechen von Lampen oder Relais). Die Schaltung ist sehr einfach gehal-

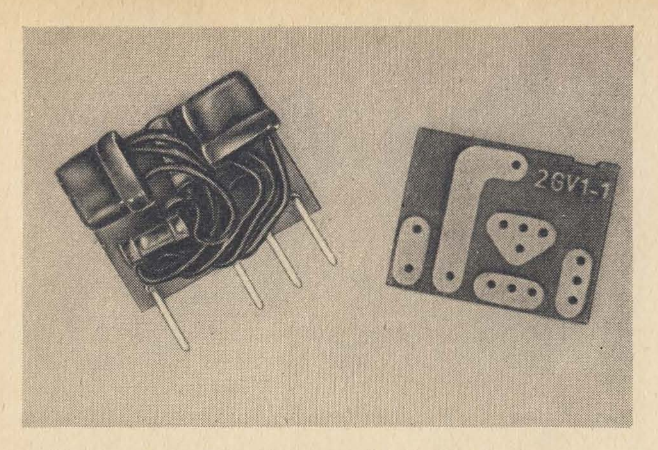


Bild 23 2stufiger Gleichstrom-Verstärker 2GV 1-1

ten. Für die in 4. beschriebenen Anwendungsmöglichkeiten genügt sie vollauf.
Bei Einspeisung eines Gleichstroms entsprechender Polarität verringert sich der Widerstand des ersten Transistors so weit, daß der durch den Spannungsteiler R 1 Ts 1 ursprünglich geöffnete zweite Transistor schließt, sein Kollektorstrom also beträchtlich zurückgeht (und z. B. ein Relais zum Abfallen bringt).
Als Betriebsspannung ist maximal 6 V erlaubt; die Relaiswicklung muß dann mindestens 90 Ω Gleichstromwiderstand besitzen (z. B. Kleinstumpfrelais

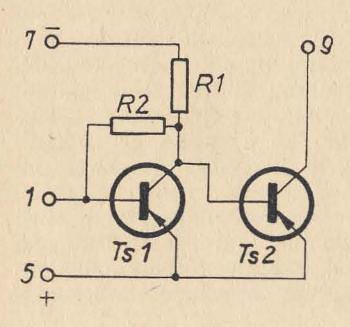


Bild 24
Schaltung des 2GV 1-1

GBR 303 für 6 V). Niederohmigere Relais oder höhere Spannungen gefährden den zweiten Transistor. Für höherohmige Relais empfiehlt sich das Parallelschalten z. B. einer OY 100 o. ä. zur Wicklung, die Schaltspitzen vom Transistor fernhält.

2.37 Rufgenerator RG 1–1

Das Spektrum der verschiedenen Verstärker ergänzt dieser NF-Generator (Bild 25, Schaltung Bild 26), der je nach Betriebsspannung (U_{max} 4,5 V) bis zu 40 mW abzugeben vermag. Die Kurvenform dieser Tonfrequenz wird durch die Sperrschwingerschaltung be-

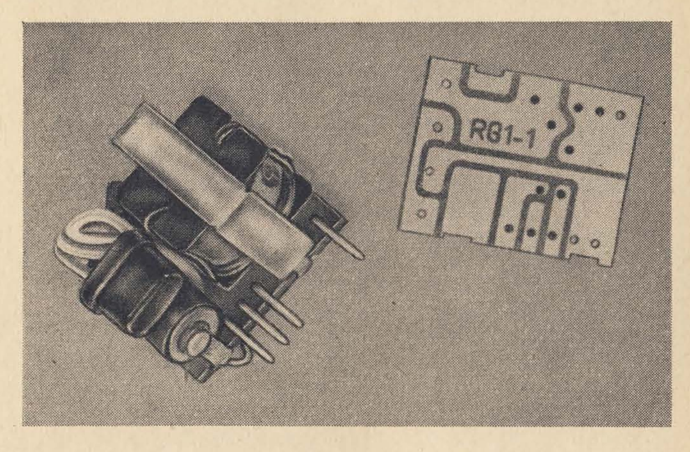


Bild 25 Rufgenerator RG 1-1

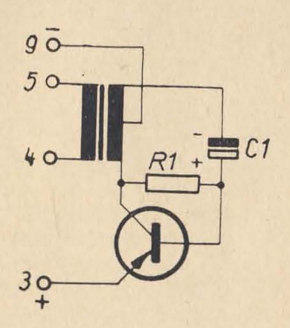


Bild 26
Schaltung des RG 1-1

stimmt. Infolge seines niederohmigen Ausgangs kann der Generator unmittelbar einen Lautsprecher betreiben (bei 2 V werden bereits 10 mW abgegeben!), was infolge seiner geringen Größe eine Reihe von Möglichkeiten eröffnet, über die in Kapitel 4 berichtet wird.

3. Vom Bausatz zur Baugruppe

Die Montage der Baugruppen erfolgt in zwei Etappen. Der allgemeine Teil (bis zum Einsetzen des ersten Bauelementes) kehrt nahezu gleich bei jeder Gruppe wieder, wenn man von den kleinen Unterschieden zwischen Kanten- und Flächensteckern absieht. Bei der Beschäftigung mit den aus der Serie kommenden Bausätzen konnten noch einige beachtenswerte Tips gewonnen werden. Die folgenden Ausführungen stellen somit eine Erweiterung der den Beuteln beiliegenden Gebrauchsanweisungen dar und machen diese teilweise besser verständlich.

3.1 Umgang mit Halbleitern und Leiterplatten

Transistor, Diode und Leiterplatte sind wärmeempfindliche Bauelemente. Schnelles Löten aber erfordert saubere Anschlüsse. Vor dem Zusammenbau müssen daher alle Bauelementeanschlüsse an den späteren Lötstellen mit Messer, feinem Schmirgelpapier oder Glaspinsel von Oxyden, Lacken und so weiter gesäubert werden. Anschließend ist sofort in Kolophonium zu verzinnen. Transistor-, Dioden- und Elkoanschlüsse sind dabei mit Flachzange auf der Länge zwischen Körper und Lötstelle zu kühlen. Da die Anschlüsse beim Einbau mit Schlauch überzogen sind, also nicht mehr gekühlt werden können, muß dieses Vorverzinnen später schnellstes Löten sichern.
An der Leiterplatte kann nicht unbegrenzt gelötet werden. Entscheidend ist das erste Löten. Die Platte wird mit einem lötfähigen Überzug versehen geliefert(beim Löten ist dennoch als Flußmittel in Spiritus gelöstes Kolophonium notwendig!). Der Überzug soll nicht mit den Fingern berührt werden. Beschädigte Flächen mit angelaufener Kupferfolie sind mit Spiritus ganz abzureiben, mit Glaspinsel zu säubern und mit Flußmittel abzudecken. Das Flußmittel darf in diesem Falle keine

korrodierend wirkenden Bestandteile (z. B. Harnstoff) enthalten.

Die Kupferfolie der Leiterplatte ist nur geklebt. Der Kleber erweicht beim Löten. Daher darf nicht zu lange (Richtwert 1 bis 2 s) und nur so gelötet werden, daß sich die Folie nicht abheben oder verschieben kann. Nach dem Erkalten haftet die Kupferfolie wieder fest. Die Lötstelle sollte aber auch dann mechanisch nicht in einer Weise belastet werden, daß sich die Folie abheben kann.

3.2 Kontaktleiste

Die Montage jeder Baugruppe beginnt bei ihrer Federleiste (Kontaktleiste). Die universell vorgelochten Leisten sind einheitlich 10 mm breit und 35 mm lang. Im einfachen Rastersprung von 2,5 mm nach der Grundnorm für gedruckte Schaltungen (TGL 200—0010) besitzen sie in drei Reihen je 13 Normlöcher von 1,3 mm Durchmesser. Die beiden äußeren Spalten zu je drei Löchern an jedem Ende sind für Befestigungszwecke ausnutzbar. Eine der Baugruppe entsprechende Anzahl von versilberten Bronzefederpaaren liegt dem Beutel bei. Da bei allen Baugruppen Anschluß 1 oder 9 belegt ist, enthalten die Federleisten in der dritten Lochspalte (die dem Anschluß 1 bzw. 9 entspricht) bereits ein eingesetztes Federpaar. Dieses wirkt in der in Kapitel 1 geschilderten Art und soll als Bestückungsbeispiel für die übrigen Kontakte dienen. Prinzipiell kann die Baugruppe von beiden Seiten aus in die Federn gesteckt werden. Die bessere Führung ergibt aber das Stecken von der Trägerseite aus in der Reihenfolge Loch—Feder. Es ist zweckmäßig, sich vor dem Bestücken der Leiste über die später gewünschte Steckrichtung klar zu werden, denn dies kann hinsichtlich Lage der Leisten und Zuordnung der Baugruppen im Gerät räumliche Konsequenzen haben (Lage der längeren Federenden). Da jedoch Leisten und Federn im Handel billig nachbezogen werden können, genügt es auch, je eine Leiste nach einer der beiden möglichen Arten zu bestücken.

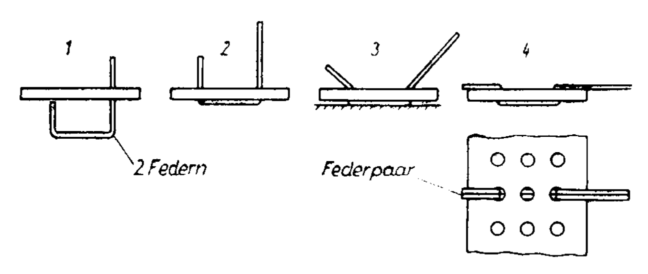


Bild 27 Bestücken der Federleiste mit den Federpaaren

Die Federfolge entspricht selbstverständlich der Steckerstiftfolge und läßt sich damit der Zeichnung in der Beschreibung entnehmen. Jedes in Frage kommende Lochpaar wird einzeln bestückt. Bild 27 zeigt die notwendigen Arbeitsgänge. Ein Überkreuzen ist unbedingt zu vermeiden beziehungsweise vor dem Biegen durch nochmaliges Herausnehmen einer der beiden Federn zu korrigieren (Bild 28). Bei Irrtümern in der Federfolge sind die Enden des betreffenden Federpaares vorsichtig und nur so weit hochzubiegen, daß sich die Federn gerade wieder herausnehmen und an der richtigen Stelle neu einsetzen lassen. Andernfalls können die Enden abbrechen.

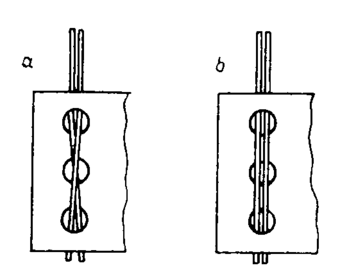


Bild 28
Falsche (a) und richtige (b) Lage der Federn

Die dünnen Federn gehen einzeln leicht verloren. Es empfiehlt sich daher, sie vor der Montage in einem flachen Behälter mit dunklem Boden aufzubewahren. Auch bestücken sollte man vor dunklem Hintergrund, von dem sich die hellen Federn gut abheben.

Die fertig bestückte Leiste wird nun noch zum Einbau vorbereitet, indem man die Federenden (aber nur sie) leicht verzinnt und damit aneinander festlegt. Es muß mit wenig Zinn, wenig Flußmittel und schnell gearbeitet werden (nur mit Kolbenspitze „antippen"), da sonst ein größerer Teil des Federpaares zulaufen kann (auch bei der späteren Verdrahtung in den Geräten ist darauf zu achten!). Dies würde die Federwirkung stark beeinträchtigen, wenn nicht sogar das Stecken ganz unmöglich machen. Anschließend sollten alle Federn mit einem in Spiritus getauchten Pinsel ausgewaschen werden, da mögliche Kolophoniumreste den Stecker von den Federn isolieren. Schließlich wird jeder Kontakt zunächst einzeln mit einem Stecker einige Male „vorgesteckt". Er erhält dadurch eine kleine Öffnung, die später das Stecken der Baugruppe erleichtert. Damit verhindert man auch, daß sich beim Einführen der Stecker beide Federn nach einer Seite verschieben und Anlaß einer schlechten Kontaktgabe werden.
Die eingehende Beschreibung dieser Arbeitsgänge erscheint notwendig, da von der einwandfreien Funktion der Steckverbindungen die Zuverlässigkeit aller mit den vorliegenden Baugruppen herstellbaren Geräte abhängt.

3.3 Steckerstifte

Die Stecker bestehen aus dem gleichen Material, das für die Anschlüsse von Miniatur-Röhren verwendet wird, das heißt, ihre ursprüngliche Oberfläche ist Nickel. Der besseren Lötbarkeit wegen wurden sie mit einem Silberüberzug versehen. Sollte sich dieser bei öfterem Stecken abnutzen, so gewährt die darunter liegende Nickeloberfläche dennoch einwandfreie Kontaktgabe. Lediglich das Aussehen leidet etwas.
Für eine möglichst dichte Anschlußfolge innerhalb der bei Leiterplatten gültigen Normen mußten die Lötstellenflächen der Steckerstifte stark beschnitten werden. Es ist deshalb sehr wichtig, mechanische Einwirkungen von der Lötstelle fernzuhalten. Daher wurden für die 1-mm-Stecker Löcher mit einem Nennmaß von ebenfalls 1 mm gewählt, in die die Enden der Steckerstifte von der Isolierstoffseite aus eingesetzt werden. Je nach

Lage der Lochtoleranz ist vorher geringfügiges Aufweiten mit einem spitzen Gegenstand oder mit einem 1-mm-Bohrer von der Isolierstoffseite aus ratsam, eventuell muß man die Stiftenden mit der Zange etwas verformen. In diesem Falle darf der Stift beim Einsetzen dann aber nicht drehend bewegt werden, damit man das Loch nicht unrund aufweitet. Nach Ausrichten aller Stecker kann gelötet werden. Bei der GES 4—1 steckt man die geraden Stifte von der Isolierstoffseite aus mit der Spitze voran in die Löcher, bis ihre Enden mit der Oberseite der Platte abschließen.
Die Steckerstifte der 20 · 25-Platten sollen um 90° abgewinkelt sein. Ist dies einmal nicht ganz der Fall, so sind sie schon vor dem Einbau leicht nachzubiegen. Dabei faßt man sie mit einer nichtkratzenden (d. h. ungeriffelten) Flachzange am kurzen Ende und übt mit dem Daumen einen leichten Druck auf die längere Seite aus. Die Silberoberfläche des kurzen Endes darf dabei nicht beschädigt werden.
Das Einsetzen der Stifte bei tragbaren Lochtoleranzen zeigt Bild 29. Bei engen Löchern kann das lange Stiftende auch vorsichtig mit einer Flachzange gefaßt werden, am besten von oben. Der bis zum Anschlag eingeführte Stift (s. Blid 29) ragt relativ weit über die Folie hinaus. Er könnte dort mit einem Seitenschneider abgekniffen werden. Ungekürzte Stiftenden ergeben aber bei sachgemäßer Lötung zuverlässigere Lötstellen. Nur einen Rastersprung voneinander entfernte Stecker kann man nicht bis zum Ende eindrehen, da die Nachbarstifte dies verhindern. Hier ist nach Bild 30 zu verfahren. Bevor man lötet, müssen alle Stecker eingesetzt und parallel ausgerichtet sein. Da dies bei größeren positiven Lochtoleranzen schwierig ist, dient die bereits bestückte Federleiste als Montagelehre. Man führt die Stecker ein kurzes Stück in die Leiste ein und zieht das Ganze bezüglich der Leiterplattenkanten parallel (Bild 31). Jetzt läßt sich auch feststellen, ob alle Stecker gleiche Länge besitzen. Ist dies infolge von Fertigungstoleranzen einmal nicht der Fall, so kann dem Schönheitssinn durch entsprechendes Auswechseln (z. B. längere Stifte symmetrisch an den Rand) Genüge getan werden. Danach überzeuge man sich nochmals davon, daß die Steckerenden blank und

die Folienflächen um die Stecker durch Lötlack geschützt, also lötfähig sind. Nun wird jeder Stecker einzeln gelötet. Zunächst erhält die spätere Lötstelle einen Tropfen in Spiritus gelöstes Kolophonium. Dann wird der Kolben gesäubert und leicht verzinnt sowie kurz in Kolophonium getaucht. Nach Bild 31 hält man nun die Kolbenspitze von der Plattenseite, ein Stück Fadenzinn mit Kolophoniumseele von der Leistenseite aus an das Steckerende und lötet so, daß gerade genügend Zinn die Lötstelle umfließt, ohne daß sich eine Brücke zum nächsten Lötpunkt bilden kann. Etwas Übung an unkritischen Stellen (z. B. an 5 mm oder weiter entfernt liegenden Kontakten) ist zu empfehlen, bevor man an die eng liegenden Stellen geht. Das Zinn muß die Kehle zwischen Folie und Steckerende allseitig gut umfließen und ausfüllen. Nachlöten nach nochmaligem Aufbringen von Flußmittel ist manchmal notwendig. Sollten Zinnbrücken entstanden sein, so wird

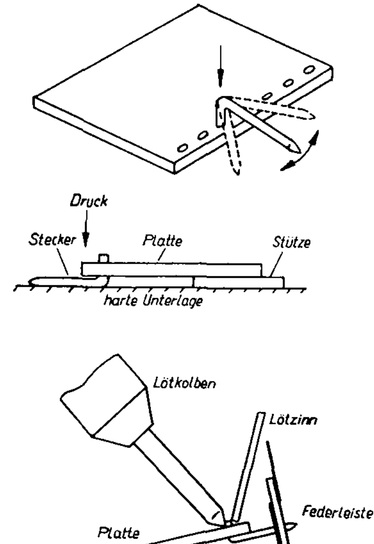


Bild 29
Einsetzen der Stecker, wenn die Löcher genügend groß sind

Bild 30
Eindrücken eng benachbarter Stecker bis zum Anschlag

Bild 31
Einlöten der Stifte unter Zuhilfenahme der bereits bestückten Federleiste

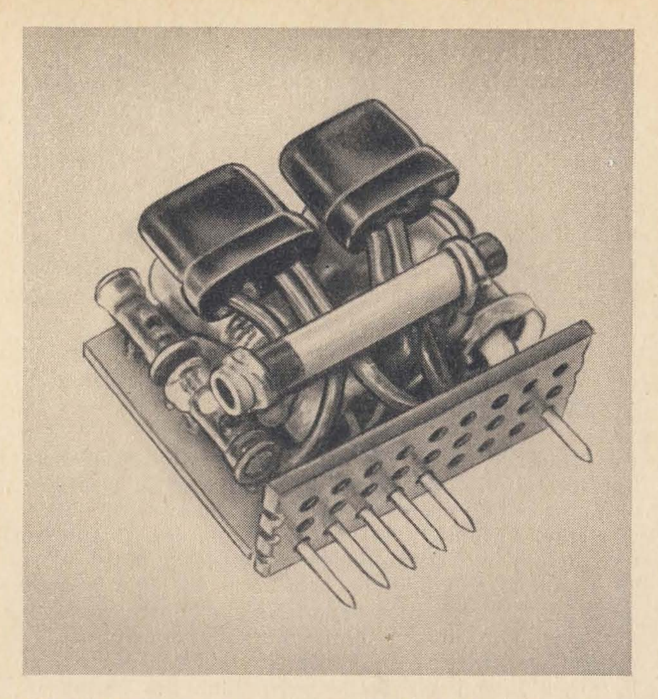


Bild 32 Baugruppe mit unbestückter Lochleiste als unterem Abschluß

die Lötkolbenspitze in Kolophonium getaucht, abgeschüttelt und nochmals getaucht. Danach hält man die Platte so, daß die Leiterseite schräg nach unten zeigt, und „zieht" das Zinn schnell von der Trennlinie.
Bei allen Lötungen schützt schnelles, exaktes Arbeiten vor Beeinträchtigung der Folienhaftung.
Alle mechanischen Probleme und die Unsicherheiten des Ausrichtens der Stifte entfallen, wenn man eine unbestückte Lochleiste längs der zweiten Lochspalte (bzw. symmetrisch jeweils längs der ersten) abtrennt und über die bereits in der Leiterplatte steckenden, aber noch nicht gelöteten Stecker schiebt. Dazu wird die unterste Lochzeile benutzt, an der die Oberfläche

vorher einseitig mit Schmirgelpapier angerauht wurde. Diese verklebt man (Alleskleber) mit der ebenfalls angerauhten Leiterplattenkante. Auf diese Weise werden die Steckerstifte gegenüber seitlicher Verschiebung, damit also auch gegenüber einem Lösen der Lötstellen unempfindlich. Außerdem erhält man eine zuverlässige Auflagefläche für die gesteckte Baugruppe. Schließlich sind auf diese Weise die Bauelemente auch vor möglichen Berührungen mit den Federn der Kontaktleiste gesichert. Bild 32 zeigt eine derart verbesserte Baugruppe.

3.4 Vorbehandlung und Funktionskontrolle der Bauelemente

Die Tatsache, daß die fertig geschaltete Baugruppe im Normalfall nicht mehr demontiert wird, erfordert eine besonders sorgfältige Behandlung der Bauelemente. Auf eine gute Vorverzinnung der Anschlüsse unmittelbar vor der Montage ist daher größter Wert zu legen. Das Verzinnen läßt sich gut und schnell durchführen, wenn man den zu verzinnenden Anschluß mit einem Glaspinsel (notfalls mit ganz feinem Schmirgelpapier) vorher säubert. Die für die spätere Lötung in Frage kommende Stelle wird dann am besten in etwas Kolophonium mit sauberem, gut, aber nicht zu reichlich verzinntem Kolben lötfähig gemacht. Auch die Trafohaltelappen müssen beidseitig verzinnt werden. Bezüglich der Halbleiter enthält bereits 3.1 entsprechende Hinweise. Dioden- und Transistoranschlüsse sollen nicht gekürzt werden.
Den Beuteln liegt Isolierschlauch bei. Er ist so zu schneiden, daß bei den einzelnen Anschlüssen nach dem Beziehen etwa 5 mm frei bleiben. Die Widerstandsfahnen werden außer beim RG 1–1 und beim KRS 1 nicht überzogen. Auch die Kondensatorgehäuse können mit entsprechendem, ebenfalls beigegebenen Isolierschlauch geschützt werden. In manchen Fällen muß man diesen Schlauch kurz vor dem Beziehen des Kondensators mit der Justierzange etwas weiten, am besten in der Nähe des Lötkolbens. Im KRS 1 und im 2NV 1

kann der Raummangel Schwierigkeiten bereiten. Es ist dann auf Papierisolation auszuweichen.
Nach dieser Behandlung ist es zweckmäßig, die Bauelemente einer kurzen Funktionskontrolle zu unterziehen. Bei den Widerständen empfiehlt sich ein Vergleich zwischen Farbcode (der in den Beschreibungen enthalten ist) und der Inhaltsangabe, um alle Verwechslungsmöglichkeiten auszuschalten. Sollte infolge der Umstellung auf IEC-Werte etwa statt eines 4-kΩ- ein 3,9-kΩ-Widerstand im Beutel vorgefunden werden, so ist dies völlig unkritisch. Es kann auch vorkommen, daß durch andere Transistordaten statt eines angegebenen unteren Grenzwerts von 100 kΩ 60 kΩ oder statt maximal 500 kΩ 800 kΩ beiliegen. Solange die Größenordnung stimmt, ist also Mißtrauen unnötig.
Ob und wie umfangreiche Funktionskontrollen erfolgen können, das hängt stark von den meßtechnischen Möglichkeiten des einzelnen ab. Notwendig sind sie eigentlich nur dann, wenn der Anwender Zweifel in seine Fähigkeit setzt, einen Transistor oder Elko ohne Beschädigung zu verzinnen. Am einfachsten durchzuführen ist die Kontrolle mit einem Meßwerk von etwa 1 mA oder weniger Vollausschlag und einer Batterie bis zu 2 V herauf. Bild 33 faßt die Prüfungen zusammen, die natürlich nur über die grundsätzliche Beschaffenheit des Bauelementes Auskunft geben.
Fehlt ein Meßinstrument (obwohl dies, und sei es noch so primitiv und billig, die erste Anschaffung des Amateurs neben Lötkolben und Kopfhörer sein sollte), so kann man auch mit dem Kopfhörer analoge Prüfungen vornehmen, wenn mindestens der Rufgenerator RG 1—1 erfolgreich aufgebaut wurde. Dessen Funktion ist mit dem gleichen Kopfhörer zunächst zu kontrollieren. Die für diesen Fall brauchbaren Prüfschaltungen zeigt Bild 34. Zur Aufnahme des Transistors während der Prüfungen benutzt man am besten drei Kontakte einer nur mit 0,5-mm-Draht „vorgesteckten“ Kontaktleiste. Die zuverlässigste Funktionsprüfung des Transistors ist selbstverständlich am Transistortester möglich.
Nach der Bestätigung, daß noch alle Bauelemente ihre ihnen gemäßen Funktionen ausfüllen können, erfolgt der Zusammenbau.

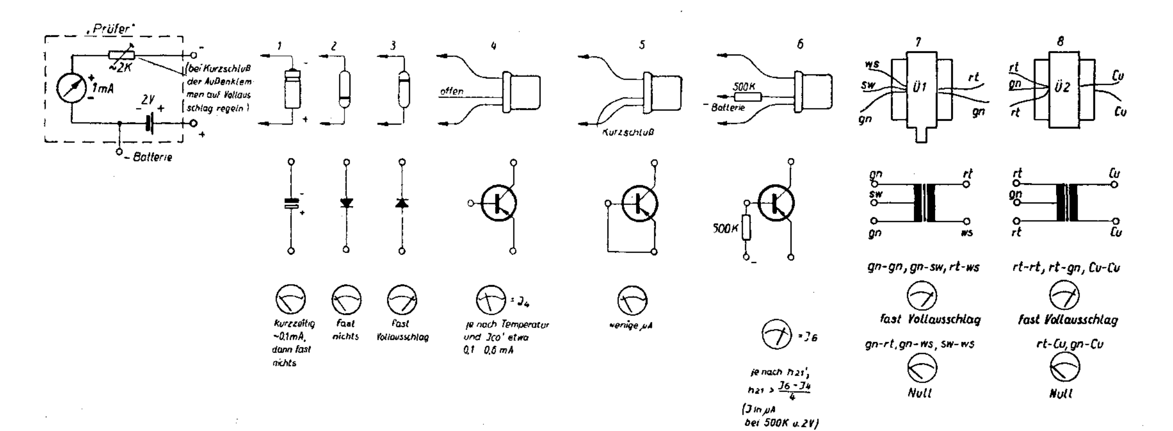


Bild 33 Bauelementekontrolle mit Instrument von 1 mA Vollausschlag

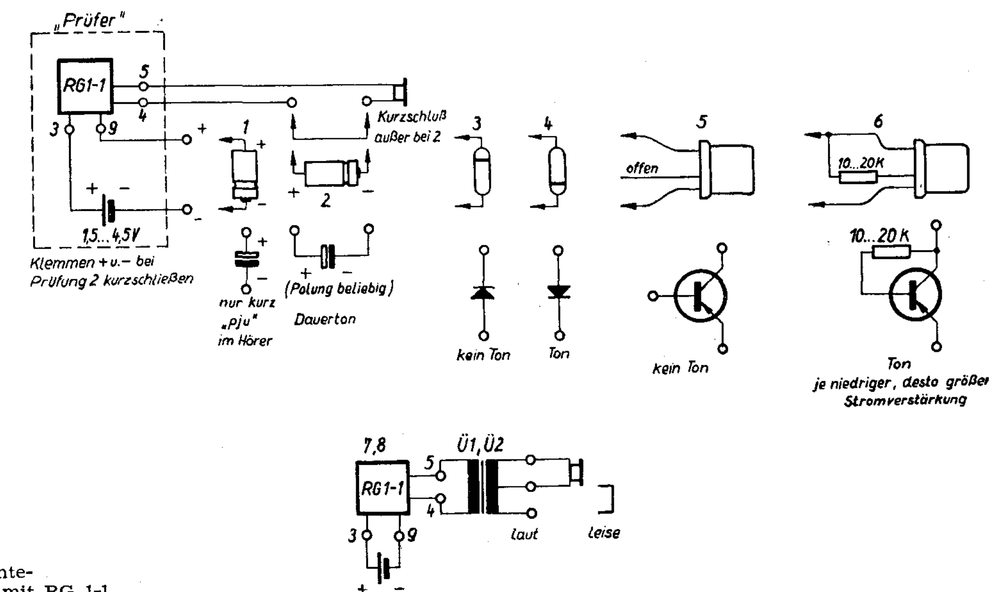


Bild 34
Bauelemente-
kontrolle mit RG 1-1
und Kopfhörer

3.5 Montage zur Baugruppe

Es wurde je ein aus der Serie kommender Bausatz der verschiedenen Typen montiert. Die folgenden Ausführungen kombinieren die dabei gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der besten Handhabung mit dem Inhalt der Beschreibungen. Sie sind außerdem ganz allgemein für den Umgang mit gedruckten Schaltungen nützlich.

Zunächst noch einige allgemeine Hinweise. Bauelemente mit Flächenanschlüssen (Trafohaltelappen, Elkofahnen bei Tonmechanik-Ausführung, Trimmerfahnen) erfordern vor allem eine gute Lötung unter ihrer Auflagefläche. Diese Folienpartien sind daher vor dem Einbau festzustellen und nach Aufbringen von etwas Flußmittel mit wenig Zinn schnell zu verzinnen. Selbstverständlich müssen die Fahnen, Lappen und so weiter ebenfalls beidseitig gut vorverzinnt werden.

Liegend montierte Elkos erhalten über dem positiven Anschluß grundsätzlich etwa 5 mm Schlauch (Ausnahme: C 2 beim 2NV 1 erhält mehr; s. dort). Bezüglich der Montage dieser Elkos ist die Beachtung von Bild 35 zu empfehlen. Dies garantiert eine gute Auflage der Fahne, die sonst etwas abstehen würde.

Der Transistor mit seinen drei Anschlüssen neigt bei der Montage leicht zum Herausrutschen. Hier hilft eine Maßnahme, die man aus Bild 36 ablesen kann. Auf

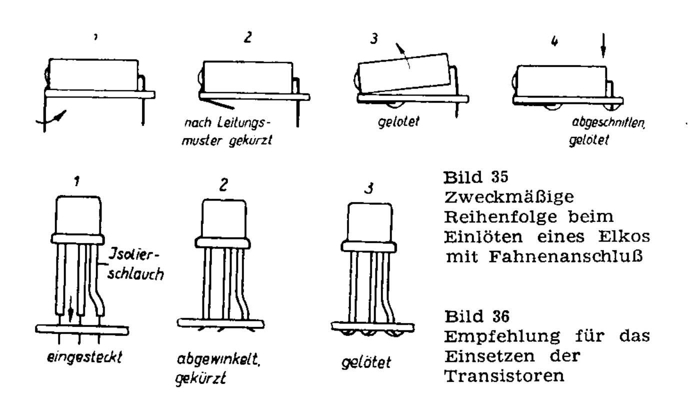


Bild 35
Zweckmäßige Reihenfolge beim Einlöten eines Elkos mit Fahnenanschluß

Bild 36
Empfehlung für das Einsetzen der Transistoren

diese Weise bleibt der Transistor noch ohne Schwierigkeit demontierbar. Es ist dabei stets darauf zu achten, daß die Schläuche den Draht vom Körper bis zur Platte bedecken, das heißt, ihre Enden müssen an diese Begrenzungen anstoßen.

3.51 EBS 1

Die steifere Trimmerfahne sollte bereits vor dem Einbau an der entsprechenden Stelle zunächst 90° mit der Zange nach unten abgebogen werden und dann in 1,6 bis 2 mm Abstand nochmals. So läßt sie sich flach in der Aussparung der Plattenkante auf die Folie schieben. Dadurch wird die Lötstelle mechanisch entlastet. Die später von den Trimmerfahnen bedeckten Flächen verzinne man vorher nach Auftragen von Flußmittel dünn und schnell. Die zweite, leichter zu biegende Trimmerfahne läßt sich mit der Zange auf die Folie drücken. Vor dem Anlöten des Trimmers sind die Drähte von C 2 durch die Trimmerlöcher in die Platte zu stecken, da sonst der Trimmer die Löcher verdecken kann. Die Lage von C 2 im Lageplan ist unbedingt zu beachten, damit bei Lackschäden nicht der falsche Belag mit Metallteilen des Trimmers in Berührung kommt. Während an den Fahnen gelötet wird, ist auf gute Auflage des Trimmerkörpers auf dem Hartpapier zu achten.

Für C 3 hat sich liegende Montage als räumlich günstiger erwiesen. Der zweite Draht wird jetzt nicht mehr in das entsprechende Loch geführt, sondern bauelementeseitig neben C 2 an den Trimmer gelötet. Der erste Draht ist mit etwa 2 cm Schlauch zu isolieren (Bild 37). Neuere Lieferungen enthalten statt des Kunstfolie- einen Rohrkondensator, mit dem sinngemäß zu verfahren ist. Die Diode liegt in beiden Fällen im eingeformten Zustand unterhalb von C 3. Ihre Drähte sollten nicht gekürzt werden.

Der Ferritstab ist an der Montage der Baugruppe nicht beteiligt. Er wird gerätegebunden angebracht. Man kann ihn auch ohne Löten demontierbar machen, wenn man seine Anschlüsse zugentlastet an ein Stück Feder-

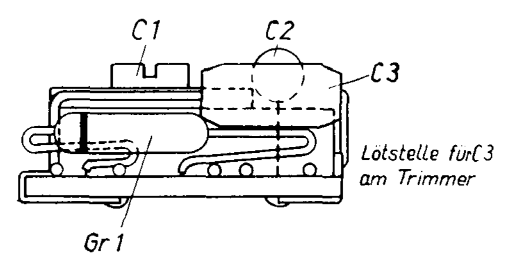


Bild 37 Günstigere Anordnung von C 3 im EBS 1

leiste mit drei Kontakten führt, für das im jeweiligen Gerät eine gleich ausgebildete, mit dem Geräteverband verdrahtete Leiste vorgesehen wird. Die Verbindung läßt sich sehr einfach mit drei durch beide Federleisten gesteckten 1-mm-Stiften (z. B. aus altem Miniaturröhren-Sockel herausgelöst) herstellen. Ebensogut können die Anschlüsse auch zu einer Steckerleiste geführt werden, die in entsprechenden Vielfachen des Rastersprunges eingesetzte 1-mm-Stifte enthält.

3.52 KUV 1

Die Elkomontage entspricht den allgemeinen Hinweisen. Die Widerstände müssen stabil gelagert sein (z. B. also mit den gut abisolierten und schnell in Kolopho-

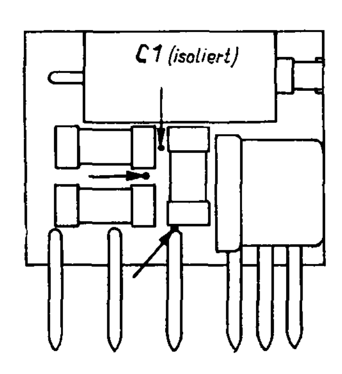


Bild 38
An den bezeichneten Stellen sollen sich im KUV 1 die Bauelemente nicht berühren

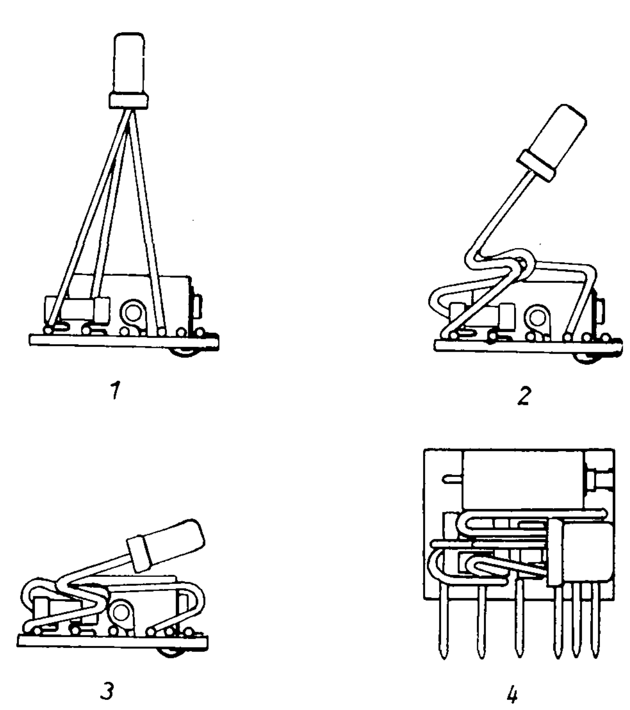


Bild 39 Einformen des Transistors beim KUV 1 unter Berücksichtigung von Bild 38

nium verzinnten, breiteren Enden in die Lochränder einschneiden). Die kritischen Stellen, wo eine Berührung benachbarter Teile vermieden werden muß, gehen aus Bild 38 hervor. Eine große Hilfe ist der am Schluß zu montierende Transistor, dessen isolierte Beine einfach zwischen diese Gefahrenstellen gelegt werden. In der fertigen Baugruppe soll der Elko die Maximalhöhe der Baugruppe bestimmen. Auch aus diesem Grunde ist der Transistor entsprechend einzuformen (Bild 39). Beim Einlöten des Transistors wählt man am besten die Reihenfolge Emitter—Basis—Kollektor. Kürzen der Transistoranschlüsse erleichtert natürlich die Montage, sollte aber nur bei entsprechender Erfahrung (zulässige Lötzeit, „Transistor-Gefühl") vorgenommen werden.

3.53 2NV 1

Neben der GES 4—1 ist der 2NV 1 die am engsten aufgebaute Gruppe. Ihr großer Funktionsinhalt in kleinem Volumen erfordert besondere Sorgfalt bei der Montage. Auch hier sind wieder die allgemeinen Elko-Einbauhinweise zu beachten. Der positive Anschluß von C 2 muß länger gehalten werden. Er ist am günstigsten in das rechte der beiden im Bestückungsplan gezeigten Löcher zu stecken, nachdem er am Bauelementekörper entlanggeführt wurde (Bild 40). Bei

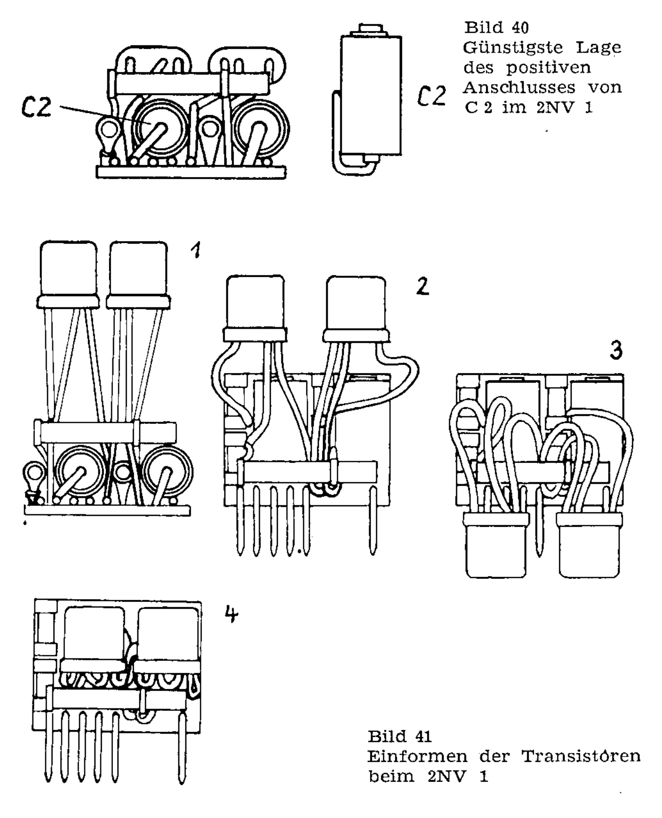


Bild 40
Günstigste Lage des positiven Anschlusses von C 2 im 2NV 1

Bild 41
Einformen der Transistoren beim 2NV 1

der Elkomontage, mit der die Baugruppe begonnen wird, ist darauf zu achten, daß alle übrigen Löcher zugänglich bleiben. Unter Beachtung der allgemeinen Hinweise für die Transistoren werden nun diese eingesetzt und zunächst lang stehengelassen. Man löte erst Ts 1 ein, bevor man Ts 2 der Pappe entnimmt, damit Verwechslungen ausgeschlossen sind. Danach erfolgt die Montage der vier Widerstände, von denen nur R 3 kritisch ist. Sein der Steckerkante am nächsten liegender Anschluß ist mit etwa 5 mm Schlauch bis zum Körper zu überziehen und der Widerstand etwas erhöht fest zu montieren. Er darf Stecker 1 nicht berühren, da dieser anderes Potential führt. Alle Widerstände sollten etwas tiefer als die Elkos liegen.

Die Transistoren sind nun von der Steckerkante aus nach oben zu biegen. Jetzt kann C 3, dessen Anschlüsse beidseitig mit etwa 10 mm Schlauch bezogen wurden, eingesetzt und angelötet werden. Die Schläuche müssen auf der Hartpapierfläche aufstoßen. Die Drähte werden nach dem Einfädeln einzeln abgeschnitten und gelötet, wobei der Körper festzuhalten ist, damit die Schläuche auf dem Hartpapier bleiben.

Etwa in Plattenmitte werden anschließend die Transistorbeine um 180° nach unten geknickt und dicht am Körper von C 3 wieder nach oben, so daß die Transistoren ihre Endlage parallel zu den Elkos einnehmen (Bild 41). In so eingeformtem Zustand ist die Baugruppe, von der Folie aus gemessen, nur 16 mm hoch (bei Elkos nach TGL 9087 noch niedriger).

3.54 KRS 1

Auch die späteren Potentiometerflächen sind vorher zu verzinnen. (Im Text der Beschreibung von Okt. 62 muß übrigens auf S. 2, 6. Zeile von unten, das sinnverändernde Komma in einen Punkt verwandelt werden.)

Nachdem durch Anheben von C 2 der notwendige freie Raum für die Potentiometerschraube gewährleistet ist (genau s. Anleitung), können sofort alle anderen Bauelemente eingesetzt und angelötet werden. Dabei ist

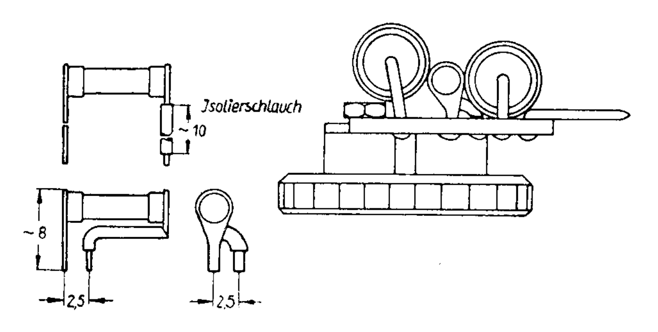


Bild 42 Montage der Widerstände im KRS 1

bei jedem Widerstand eine Fahne länger zu halten und mit etwa 10 mm Schlauch zu überziehen. Dieser Anschluß wird gemäß Bild 42 geformt und in das für den betreffenden Widerstand der Steckerzeile am nächsten liegende Anschlußloch geschoben. Es ergibt sich bauelementeseitig schließlich die in Bild 42 skizzierte Lage. Erst jetzt schiebt man das Potentiometer längs der Leiterseite ein. Die Mutter ist dabei nur so weit zu lösen, daß sie gerade genug Raum für die Leiterplattendicke bietet. Man muß nun darauf achten, wann der kurze Achsstummel (nicht die unterliegende Scheibe!) gerade unten im Spaltende anstößt. Das entspricht etwa der richtigen Lage des Potentiometers. Mit einer schlanken Lötkolbenspitze ist es möglich, die drei Anschlüsse mit den ihnen zugeordneten Folienflächen zu verlöten (Vorsicht, Knopf ist thermoplastisch!). Ungeübten ist dagegen zu empfehlen, vor Einbau 0,5-mm-Drähte in die Ösen der beiden außenliegenden Anschlüsse einzuführen, mit der Zange festzulegen und mit wenig Zinn anzulöten. Diese Drähte bilden dann besser zugängliche Anschlüsse, die unmittelbar an die Steckerlötstellen geführt werden können. Allerdings muß auch jetzt schnell gelötet werden, damit die erste Lötstelle nicht wieder schmilzt. Es empfiehlt sich übrigens, zur größeren Berührungssicherheit unter die Potentiometeranschlüsse ein Stück halbkreisförmig geschnittenes Papier zu legen.

3.55 GES 4–1

Die Steckerstifte dieser Baugruppe sind etwa 10 mm lang. Ihre Länge muß nicht voll ausgenutzt werden. Als ausreichend erwiesen sich meist etwa 6 mm über der Folie. Man kann sie also 2 mm über die Isolierstoffseite hinausragen lassen. Höchstens Anschluß 5 sollte auf dieser Seite einen Schlauchüberzug erhalten, damit er nicht mit Ü 1 Kontakt gibt. Vor dem Einlöten achte man darauf, daß die Stifte leiterseitig gleich weit herausstehen. Ein Stück Rüschschlauch, das über die Spitze jedes Steckers geschoben wird, verhindert beim Löten eine Verzinnung des ganzen Steckers. Der Kolben sollte in zwei Arbeitsgängen an zwei sich gegenüberstehenden Seiten kurz angesetzt werden, so daß das Zinn den Stecker auch wirklich rings umfließt. Übertragerlappen und entsprechende Folienpartien sind, wie oben angedeutet, zu verzinnen. Beide Übertrager setzt man so ein, daß die Litzenanschlüsse ins Platteninnere weisen. Dann erreicht jeder Anschluß das vorgesehene Loch ohne Verlängerung. Die Litzenanschlüsse werden nach Bild 43 behandelt, wobei der verzinnte Teil ganz in der Bohrung verschwinden soll (sonst besteht Berührungsgefahr mit anderen Teilen, z. B. auch mit den an Masse liegenden Übertragerkernen). Bei den Arbeiten nach Bild 43 ist eine Pinzette zu empfehlen.
Die Widerstandsfahnen sind möglichst weit oben von Lack zu befreien und schnell zu verzinnen. Dann setzt man sie so weit ein, bis die obere Verbreiterung der Fahne bremst, schneidet etwa 1 mm über der Folie einzeln ab und lötet an. Damit sitzen die Widerstände recht fest und unbeweglich. Um dennoch mögliche Trafoberührung zu vermeiden, können die Kerne an kritischen Stellen mit Leukoplast abgedeckt werden.

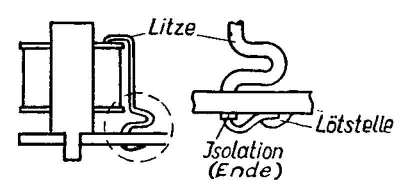


Bild 43
Behandlung der Litzenanschlüsse der Übertrager

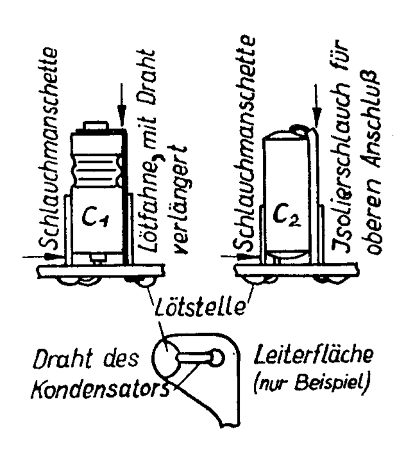
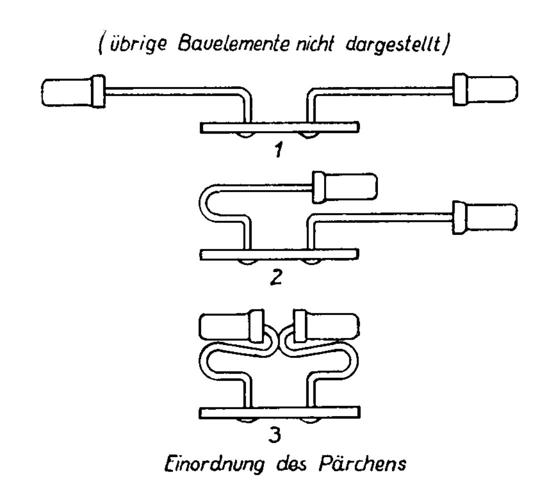


Bild 44
Montage von C 1 und C 2 in der GES 4-1

Die Anschlüsse von R 4 sind vor dem Einsatz entsprechend dem kleineren Lochabstand etwas nach innen zu winkeln und dann wieder radial nach unten.
Handelt es sich bei C 1 noch um eine Ausführung vom VEB Tonmechanik, so ist vom positiven Anschlußdraht die Hälfte abzuschneiden. Das freiwerdende Stück (etwa 10 mm lang) führt man so weit in die Öse der Minusfahne ein, daß es noch 4 bis 5 mm die Unterkante des Elkos überragt, und lötet es an. Danach wird etwa die Hälfte des beigegebenen 7-mm-Schlauches über die an den Körper gebogene Minusfahne und den Elko selbst geschoben. Es ergibt sich eine gute Standfläche (Bild 44). Der Elko wird nun senkrecht eingesetzt (Minus-Anschluß auf Leitung zu Stecker 1). Beide Anschlüsse biegt man auf der Folie um, schneidet dort ab, wo der zugehörige Leiter endet, und lötet nur an diesem Endpunkt (s. ebenfalls Bild 44). Das geschieht vor allem aus thermischen Gründen. Außerdem läßt sich der Elko auf diese Weise notfalls auch einmal auswechseln. Bezüglich der Behandlung dieser Anschlüsse ändert sich für den Elko von 5 μF nach TGL 9087 nichts. Sein Körper wird aber voraussichtlich bereits isoliert sein. Beim Duroplast-Kondensator C 2, der ebenfalls aufrechtstehend angebracht wird, ist der obere Draht so abzubiegen, daß er den unteren nicht berühren kann, denn die Drähte treten meist



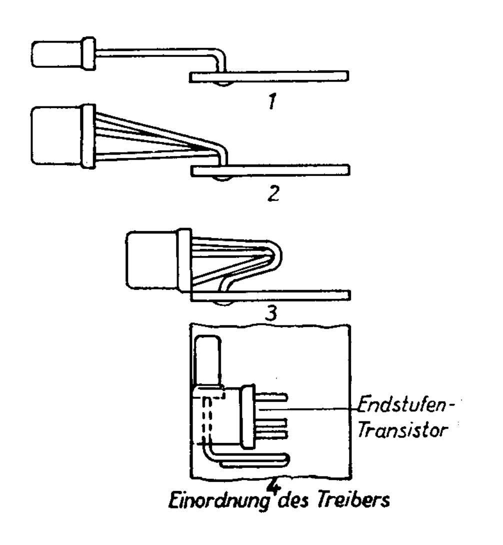


Bild 45 Einformen der Transistoren in der GES 4-1

nahe am Rand aus dem Körper. Man beachte dazu wieder Bild 44. Da die Drähte mit farblosem Duroplast überzogen sein können, sind sie nochmals zu kratzen. Der obere Draht wird mit Schlauch versehen, nach unten geführt und mit der 7-mm-Manschette festgelegt, die auch dem Kondensator einen besseren Stand verleiht. Infolge der Enge an dieser Stelle kann bei unvorsichtiger Handhabung die Ecke des Wickelkörpers von Ü 2 abbrechen. Daher führe man zuerst die Schlauchmanschette in den vorgesehenen Raum bis zur Isolierstoffoberfläche und stecke erst dann C 2 mit den entsprechend vorgebogenen Drähten in die Manschette und in die zugehörigen Löcher der Leiterplatte.
Nun schneidet man den übriggebliebenen dünnen Schlauch in neun gleiche, etwa 33 mm lange Stücke und überzieht damit alle Transistorbeine. Zunächst ist Ts 1 einzusetzen (roter Aufdruck), dann folgt das Pärchen. Jeder Anschluß wird einzeln abgeschnitten und angelötet. Für das Einformen der Transistoren macht Bild 45 einen Vorschlag. Möglicherweise blanke Stellen der Transistorgehäuse sollen nicht mit anderen Bauelementen in Berührung kommen.

3.56 2GV 1–1

Bezüglich des Einsetzens der Bauelemente ist dies wohl die einfachste Baugruppe. Nur das Einformen der ungekürzten Transistorbeine erfordert etwas Sorgfalt, damit man eine möglichst geringe Bauhöhe erreicht. Zweckmäßig ist es, die Widerstände vor den Transistoren einzulöten, die nicht verwechselt werden dürfen. Man achte unbedingt darauf, daß der gelb bedruckte Transistor als Ts 2 eingesetzt wird. Das Einformen der Transistoren geschieht nach Bild 46 (S. 67).

3.57 RG 1–1

Übertragerlappen und zugehörige Folie werden wie üblich vorverzinnt. Die Litzenanschlüsse des Trafos zeigen von der Platte weg. Der Übertrager wird ein-

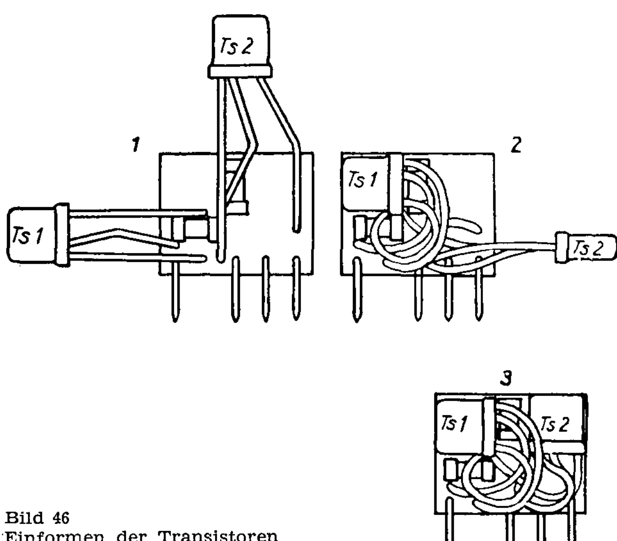


Bild 46
Einformen der Transistoren beim 2GV 1-1

gesetzt und angeschlossen. Bezüglich der Litzenanschlüsse sind die Hinweise in 3.55 zu beachten. Als nächstes Bauelement folgt der an den Beinen mit Schlauch überzogene Transistor, der aber zunächst nicht eingeformt wird. Der ebenfalls entsprechend isolierte Elko wird liegend eingesetzt. Für den positiven Anschluß stehen wahlweise zwei Löcher zur Verfügung. Die Fahne kürzt man entsprechend dem Leitungsmuster. Der Widerstand ist bei dieser Baugruppe stehend anzuordnen. Der obere Anschluß erhält daher einen Schlauchüberzug ähnlich wie der Duroplastkondensator bei der GES 4–1. Auf diese Weise ergibt sich eine zuverlässige Isolierung zwischen den beiden dicht nebeneinander in ihren Löchern steckenden Anschlußfahnen. Bild 47 zeigt die einzelnen Phasen der Vorbereitung und den eingesetzten Widerstand. Es handelt sich um die den Steckern gegenüberliegende Plattenkante. Diese Art der senkrechten Montage von 1/20-W-Widerständen erweist sich als recht brauchbar, vorausgesetzt, daß nicht unnötig lange gelötet wird. Dann

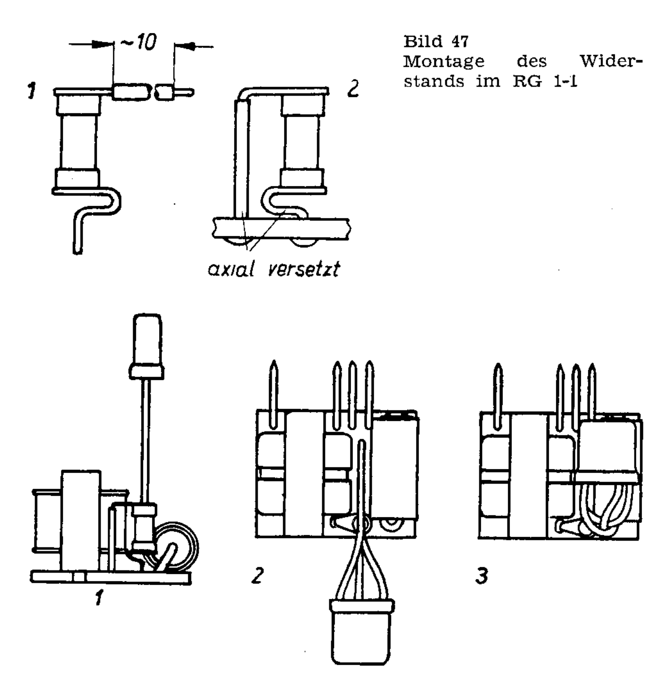


Bild 47 Montage des Widerstands im RG 1-1

Bild 48 Einformen des Transistors beim RG 1-1

wäre Rüsch- statt PVC-Schlauch besser. Erst nach Einsatz des Widerstands formt man den Transistor entsprechend Bild 48 ein.

3.6 Inbetriebnahme

Die folgenden Ausführungen setzen voraus, daß Anschaffung und Aufbau der einzelnen Gruppen nach den Gesichtspunkten eines Baukastens vorgenommen werden. Entsprechend ist auch die Reihenfolge der Gruppen gestaffelt. Genau genommen bieten sich zwei Wege. In beiden Fällen geht man von einem Signalgenerator aus. Die erste Möglichkeit bedient sich des Ortsempfängers in Form des EBS 1 als NF-Signalquelle

für die Prüfung der fünf „passiven“ Stufen. Die zweite geht vom RG 1—1 aus. Sie ist also von äußeren Einflüssen (Sender, Antenne usw.) völlig unabhängig. Da angenommen werden soll, daß die Anschaffung der fünf anderen Baugruppen in beliebiger Reihenfolge geschieht, werden jeweils nur die Prüfung der einzelnen Gruppe und das zu erwartende Ergebnis vorgestellt. Serienschaltung mehrerer Baugruppen dagegen entspricht bereits der Anwendungsseite, die in Kapitel 4 behandelt wird.

3.61 RG 1—1

Notwendiger Prüfaufwand: 1,5-V-Stabzelle (Gnomzelle, Monozelle o. ä.) oder 2-V-Kleinakku von ETS, Kopf- oder Kleinhörer 0,5 bis 4 kΩ (dieser Hörer wird auch für die anderen Prüfungen benötigt), Glühlampe 3,8 V, 0,07 A oder ähnlicher Typ in Fassung. Es empfiehlt sich stets, diese Lampe zunächst in den Batteriekreis zu schalten, um mögliche Kurzschlüsse in der Baugruppe aufzudecken. Diese rühren meist von Lötzinnbrücken über Trennlinien her, die man mit Hilfe von Flußmittel und gut abgeschütteltem Lötkolben leicht beseitigen kann (s. 3.3).
Der RG 1—1 wird entsprechend dem in der Beschreibung enthaltenen Stromlauf mit 3 und 9 an die Batterie angeschlossen. An 4 und 5 führt man vorher den Kleinhörer. Bei Anschalten der Batterie muß sofort ein Ton zu hören sein, dessen Frequenz vor allem von C 1 und R 1 bestimmt wird. Hört man nur ein Knacken, so funktioniert zwar Ü 1, doch eine der Lötstellen ist „kalt“. Einige der älteren Tonmechanik-Elkos zeigten auch in dieser Schaltung zeitweise schlechte Kontaktgabe am positiven Anschluß (Draht nur im Aluminium eingepreßt). Nach Abschalten der Batterie kann dieser Fehler mit einer Flachzange behoben werden. Sicherer ist es natürlich, ein solches „schwarzes Schaf“ auszuwechseln.
Der RG 1—1 kann nun als Prüfgenerator für andere Baugruppen dienen, oder auch, wie in 3.4 gezeigt, bereits zur Bauelemente-Funktionskontrolle herangezogen werden. Auf weitere Möglichkeiten geht Kapitel 4 ein.

3.62 EBS 1

Unter 3.51 war für den universellen Einsatz des Ferritstabes ein Vorschlag gemacht worden. Soll er dagegen stets mit dem EBS 1 zusammen eingesetzt werden, so ist eine andere Lösung günstiger. Die Wickelanschlüsse sind relativ lang (d. h., es besteht für das Anbringen große Freizügigkeit). Allerdings bleibt die Anschlußstelle selbst infolge des Übergangs von der flexiblen Litze auf den steifen, verzinnten Teil immer der Bruchgefahr ausgesetzt. Einfach die Enden an die Federn einer EBS-Leiste anzulöten ist daher nicht zu empfehlen. Man führt sie vielmehr neben den laut Beschreibung vorgesehenen Federn durch die freien Löcher mehrmals durch, bis gerade genügend Draht für das Anlöten bleibt. Der Anschluß ist relativ bruchsicher, wenn wenigstens ein kurzes Stück unbehandelter Litze innerhalb der Löcher liegt (s. Bild 49). Es empfiehlt sich, diese Leiste mit einer zweiten, unbefederten abzudecken (die aktiven Federteile müssen auf der anderen Seite liegen) und beide mit U-Stücken aus 0,8-mm-Draht zu verbinden. Benutzt man dazu die vorletzten Lochspalten, so rastet die EBS 1 zwischen diesen An-

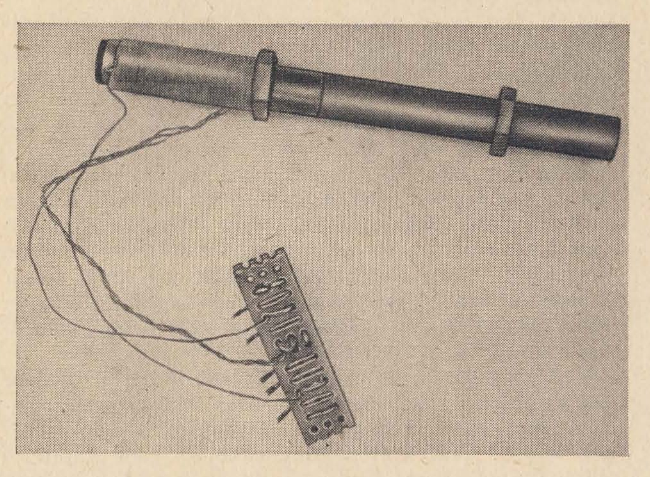


Bild 49 Ferritstab mit angeschlossener Federleiste für EBS 1

schlägen beim Stecken ein (Bild 50). An die Federn 3 und 1 wird der Kopfhörer angeschlossen, an 1 außerdem irgendeine provisorische Erde (z. B. größere Metallmasse im Zimmer, Wasser- oder Heizleitung). Erhält dann 9 eine provisorische Antenne (s. Kap. 4), so wird in den meisten Fällen bei langsamem Durchdrehen des Trimmers oder vorsichtigem Herausziehen des Stabes aus der Wicklung der Ortssender, wenn auch leise, hörbar werden. Zumindest muß man bei Anschließen und Lösen eines der beiden Außenleiter Prasselgeräusche vernehmen. Das Berühren leitender Teile der Baugruppe oder der Stabwicklung verstimmt den Empfänger. Andererseits gelingt oft bereits Empfang, wenn man 1 berührt und an 9 beispielsweise die Wasserleitung legt. Alle diese Empfangeffekte sind stark ortsabhängig. Am zuverlässigsten wirken auf jeden Fall eine richtige Erde (also auch die Wasserleitung) und eine Antenne. Erst bei nachfolgender Verstärkung kann dieser Aufwand abgebaut werden, unter günstigen Bedingungen bis zum Ferritstab allein.

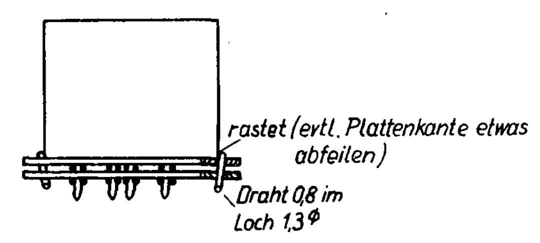


Bild 50 Rastender Sitz der Baugruppe in abgedeckter Leiste nach Bild 49

Somit liegen zwei einfache Prüfsignalgeber vor, die noch dazu sehr unterschiedliche Pegel abgeben, also „Klein"- und „Groß"-signalsteuerung erlauben.

3.63 KUV 1

Die Prüfmittel sind die gleichen wie unter 3.61. Der Hörer wird in Serie zum Kollektorwiderstand angeschlossen, das heißt, zwischen 5 und (—)Batterie. Damit erhält er zwar nur einen Teil der verstärkten Leistung, gleichzeitig wird aber die einwandfreie Funktion auch

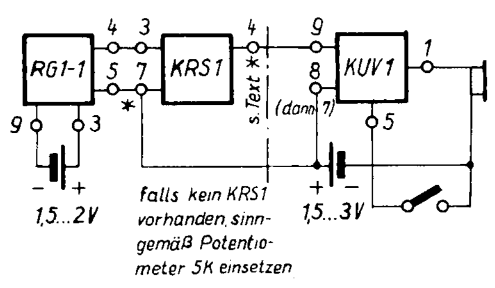


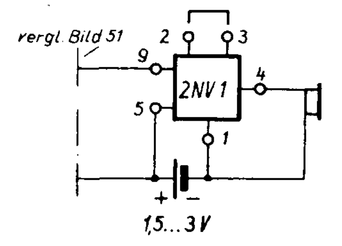
Bild 51 Prüfschaltung für den KUV 1

dieses Widerstands getestet. Anschließend kann der Hörer noch zwischen 1 und 5 gelegt werden (negativer Batterieanschluß ebenfalls an 5), wodurch man auch den Anschluß 1 prüft. Der positive Batterieanschluß kommt zunächst an 8, dann an 7, wobei die Lautstärke des Signaltons im Hörer zurückgehen muß. Den Prüfton gibt man in 9 und 8, im Falle des EBS 1 liegt also 3 an 9, 1 an 8 des KUV 1. Zwischen EBS-Anschluß 3 und 1 sollte noch ein Widerstand von 5 bis 10 kΩ gelegt werden, wenn nicht auch hier mit dem KRS 1 eine Amplitudenregelung erfolgt.
Wird der RG 1–1 benutzt, so muß schon bei 1poligem Anschluß (4 oder 5 des RG 1–1 an 9 des KUV 1) ein leiser Ton zu hören sein, der infolge der kapazitiven Kopplung zwischen den Trafowicklungen stärker wird, wenn man 3 oder 9 des RG 1–1 mit 8 des KUV 1 verbindet. Da bei 2poligem Anschluß Übersteuerung eintritt, ist eine Amplitudenregelung am RG 1–1 zu empfehlen. Dies kann beispielsweise das Potentiometer des KRS 1 übernehmen, das nach Bild 51 zu schalten ist. Durch vergleichsweises Anschalten des Hörers an die mit Kreuz bezeichneten Stellen (s. Bild 51) und wieder an 1 und 5 des KUV 1 bei genügend zurückgedrehtem Regler läßt sich der Verstärkungseffekt leicht nachweisen.

3.64 2NV 1

Auch hier wird ein Signal, in den Eingang eingespeist, mit dem Kopfhörer am Ausgang verstärkt wieder-

Bild 52
Prüfschaltung für den 2NV 1



gegeben. Die 2stufige Schaltung benötigt für den gleichen Lautstärkeeindruck noch weniger Eingangsleistung als der KUV 1. Im Fall des Bildes 52 ist also der Regler noch weiter zurückzudrehen, beziehungsweise bei 1poliger Einspeisung wird eine größere Amplitude abgegeben. Bereits das im Zimmer meist von überall her einstreuende Netzbrummen wird hörbar, wenn man in üblicher Weise den Eingang mit dem nassen Finger berührt (was schwach auch beim KUV 1 nachzuweisen war).

Mit der EBS 1 zusammen erhält man ein recht brauchbares Taschenradio für Kopfhörer und Hilfsantenne (s. Kap. 4). Die Prüfschaltung entspricht daher im wesentlichen der Schaltung in 4.

Durch Überbrückung beziehungsweise Leerlauf der Anschlüsse 2 und 3 muß sich nicht nur ein deutlicher Lautstärkeunterschied bemerkbar machen, sondern bei Rundfunkempfang auch das Klangbild verändern (Tiefen nur bei Kurzschluß von 2 und 3 hörbar).

3.65 KRS 1

Diese Baugruppe umfaßt bekanntlich drei Grundschaltungen. Bild 53 zeigt die Prüfung für alle drei Teile. Der Regler muß das im Hörer ankommende Signal bis Null herunterzuregeln gestatten. Wird bei den Siebgliedern jeweils der zweite Elkoanschluß (+, Anschluß 1) mit Anschluß 5 des RG 1—1 verbunden, so sinkt die Lautstärke des ursprünglich deutlich hörbaren Signals wesentlich ab, bei Verbindung mit An-

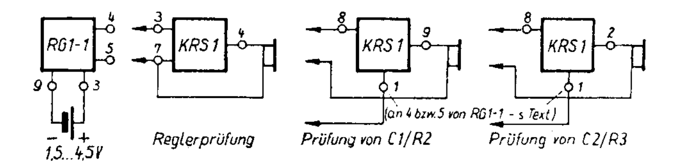


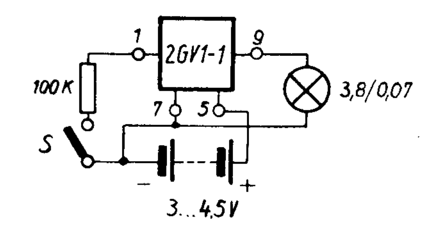
Bild 53 Prüfschaltung für das KRS 1

schluß 4 dagegen wächst sie. Die Erklärung dafür liest man aus der Schaltung ab. Die Schwächung muß bei Abhören des Gliedes R 3/C 2 größer sein, da sich hier der höhere Wert des Siebwiderstands befindet.

3.66 GES 4–1

Bei einer Unterbrechung der unteren Hälfte des Basisspannungsteilers ist das Endstufenpärchen stark gefährdet. Es wird sich dann ein sehr hoher Ruhestrom einstellen, der nach kurzer Zeit die Transistoren thermisch zerstört. Dieser Strom liegt sicher über 30 mA. Mit einer Glühlampe 3,8 V/0,07 A lassen sich aber 30 mA bereits durch schwaches Glimmen nachweisen. Es genügt also bei der ersten Inbetriebnahme, wenn in den Batteriekreis ($U_{max} = 6$ V) ein solches Lämpchen vorübergehend eingeschaltet wird. Man überzeuge sich außerdem nach wenigen Minuten, daß die Transistoren nicht warm geworden sind.
Im Fall der Funktionsprüfung genügt an den Steckern 10 und 16 der Anschluß eines Kopfhörers. Dieser wird bereits bei 3-V-Betrieb ein leises Rauschen wiedergeben. Das bedeutet, der gesamte Kreis bis zur Basis des Treibers ist in Ordnung. Der „nasse Finger“, an den Eingang gehalten, bringt dann meist genügend Netzbrumm, um das Arbeiten des ganzen Verstärkers anzuzeigen. Eine Signalgabe aus RG 1–1 oder EBS 1 kann nach den vorigen Prüfhinweisen erfolgen. EBS 1 und GES 4–1 ergeben übrigens einen recht brauchbaren Kopfhörer-Ortsempfänger (u. U. ohne Hilfsantenne); ein niederohmiger Hörer ist hier günstig, 3 V genügen. Mit Hilfsantenne erhält man Lautsprecherwiedergabe.

Bild 54
Prüfschaltung für den 2GV 1-1



3.67 2GV 1–1

Eine Batterie von 4 oder 4,5 V, eine Glühlampe 3,8 V/0,07 A und ein Widerstand von etwa 100 kΩ genügen zur Funktionskontrolle dieser Baugruppe. Nach Bild 54 werden alle Verbindungen außer der mit „S" bezeichneten hergestellt. Die Lampe muß jetzt glühen. Schließt man S, so muß sie verlöschen. Während im ersten Fall etwa 60 mA fließen, geht der Strom bei Einspeisung eines negativen Basisstroms über den 100-kΩ-Widerstand auf weniger als 6 mA zurück. Es sollte übrigens hier möglichst nicht mit größeren Strömen als etwa 60 mA gearbeitet werden, wenn Ts 2 nicht zusätzlich mit Schelle und etwa $2 \cdot 2\,\text{cm}^2$ Abstrahlblech gekühlt wird. Ein solches Blech kann bei etwas Geschick mit einer Schraube (die auch die Schelle hält) und einem Abstandsbolzen über den Bauelementen angeordnet werden.

4. Gerätetechnik mit Standard-Baugruppen – elektrischer Teil

4.1 Übersicht

Die mit den geschilderten sieben Baugruppen realisierbaren Geräte lassen sich in zwei Gruppen teilen.
Die erste umfaßt Anwendungen, die am Ausgang einen Ton oder ein Gemisch von Tönen liefern, also einen Kopfhörer oder Lautsprecher benötigen. Am Eingang kann ein NF-Signal aus einer fremden Quelle, aus dem RG 1–1 oder aus dem EBS 1 liegen.
In der zweiten gehört die Auslösung von Tönen am Ausgang (bzw. deren Verstärkung vom Eingang her) zwar zu den Möglichkeiten, ist aber nicht Hauptzweck der Anwendungen. Diese sollen unter dem Sammelbegriff „elektronische Schalter" besprochen werden.
In der ersten Gruppe ist eine Teilung in HF- und NF-Technik zweckmäßig, da die eine der anderen bedarf, um eine feststellbare Wirkung („Ton am Ausgang") zu erreichen. Es mag vielleicht überraschen, daß entgegen der eingangs gemachten Bemerkung („Radio" nicht End- bzw. Hauptzweck) dennoch einfachen Empfängern ein größerer Raum gewidmet wird. Das geschieht, weil die vorhandenen Gruppen viele derartiger Möglichkeiten anbieten. Durch die Beschäftigung mit ihnen wird aber das Ziel dieser Broschüre, nämlich das Vertrautwerden mit der Baugruppentechnik, ebenso erreicht wie mit anderen Geräten. Auf dem Gebiet der Empfänger ist wohl jeder Amateur etwas bewandert und vermag so am besten die Vorteile der steckbaren Bausteine zu erkennen.
Schließlich kann man die Baugruppen für Meß- und Prüfzwecke einsetzen. Eine bescheidene Auswahl dieser Möglichkeiten enthält ebenfalls das vorliegende Kapitel.

4.2 NF-Technik

Hierfür stehen drei Verstärker mit einem (KUV 1), zwei (2NV 1) und drei (GES 4–1) Transistoren zur

Verfügung. Die kleinste verarbeitbare Eingangsleistung wird nur durch das Rauschen des jeweils ersten Transistors begrenzt, die größte abgebbare liegt bei etwa 45 mW. Mit guten Lautsprechern zusammen ist damit stets weit mehr als Zimmerlautstärke gegeben.
Neben diesen drei Verstärkern sind ein Lautstärkeregler von 5 kΩ und zwei Siebglieder von 1 kΩ/10 μF und 2 kΩ/10 μF vorhanden (KRS 1) sowie ein Signalgeber (RG 1—1), der sich vielfältig abwandeln und verwenden läßt.
Der Einsatz jedes Verstärkers für sich allein ist leicht zu bewerkstelligen und geht aus der Beschreibung der Funktionskontrolle (3.6) hervor.

4.21 NF-Verstärker für niederohmige Quellen

Dieser Verstärker kann 1stufig (KUV 1 in Emitterschaltung) oder 2stufig mit Frequenzgangregelung (2NV 1) ausgelegt sein. Er ist für alle Experimente geeignet, bei denen schnell ein Signal verstärkt und abgehört werden soll. Wird der Verbraucher ohne einen Koppelkondensator zwischen 4 und 1 angeschlossen, so kann der Arbeitspunkt zwecks größtmöglicher Aussteuerbarkeit korrigiert werden. Das besorgt R 1 (Einstellregler 100 kΩ), während R 2 (Festwiderstand 20 kΩ) den Regelbereich begrenzen und den Transistor schützen soll (Bild 55).

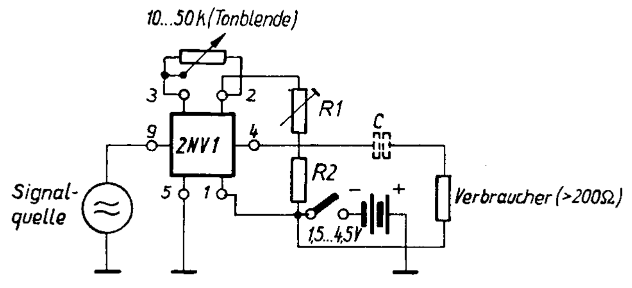


Bild 55 NF-Verstärker für niederohmige Quellen

4.22 NF-Verstärker für hochohmige Quellen

Je nach Quelle ist hier als erste Stufe ein KUV 1 in Kollektorschaltung oder die Hintereinanderschaltung zweier KUV 1 erforderlich (s. 2.32). Statt der Änderung des ersten KUV 1 in der Schaltung ist es auch möglich, mit zwei gleichen KUV 1 zu arbeiten und die Erhöhung des Eingangswiderstands durch eine äußere Maßnahme vorzunehmen (Bild 56). Dies hat den Vorteil, daß nur die „Standardausführung" des KUV 1 benötigt wird.

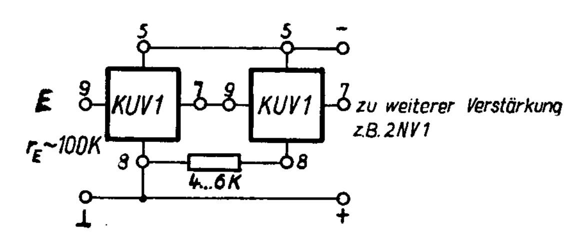


Bild 56 NF-Verstärker für hochohmige Quellen

4.23 Diktierverstärker

Als praktisches Beispiel einer Kombination von 4.21 und 4.22 mag der Diktierverstärker Bild 57 dienen. Für das Mikrofon ist ein Sternchenlautsprecher oder eine Kopfhörerkapsel verwendbar, die zweite Hörerkapsel kann an den Ausgang gelegt werden. Der Verstärker ist dort am Platze, wo sich in einem Raum mehrere Personen nicht stören sollen (Schreibbüro, Werkstatt) und stellt bei minimalem Stimmaufwand eine gute Verständigung sicher. Die Verbindung 2—3 des 2NV 1 bleibt in diesem Fall offen. Dadurch wird nur der obere Bereich der Sprachfrequenzen verstärkt. Der Verstärker „bevorzugt" also Zischlaute und ähnliches, die zur Verständlichkeit beitragen. Infolge der Richtwirkung höherer Frequenzen ist eine gute Abschirmung gegen Lärmquellen gegeben. Die Raumresonanzen, die meist im unteren NF-Bereich liegen, erfahren

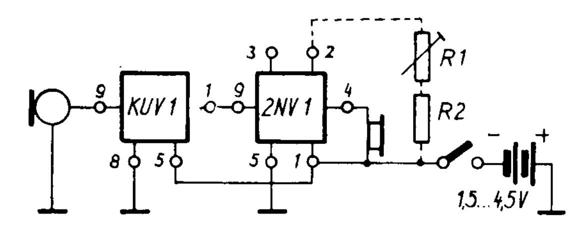


Bild 57 Diktierverstärker

durch den Frequenzgang des Geräts eine genügende Dämpfung. Bei unempfindlichen Mikrofonen kann eine weitere Verstärkerstufe notwendig werden. Damit ist allerdings die Rauschgrenze erreicht. Zwischen 2 und 3 des 2NV 1 kann man einen Schalter anbringen, der dann „Rundum-Hören" gestattet. Dadurch werden auch die von allen Seiten des Raumes einfallenden tieferen Frequenzen mit verstärkt. In manchen Fällen ist ein solches „abgerundetes" Klangbild zweckmäßiger.

4.24 Telefon-Mithör-Verstärker

Eine weitere „Bürohilfe" stellt dieser Aufbau dar, der sich wahlweise für Lautsprecher- oder Kopfhörerbetrieb eignet. Schon der oben beschriebene Diktierverstärker ermöglicht leises Mithören, wenn der als Mikrofon dienende Sternchenlautsprecher mit der Membranfläche unter dem hinteren Teil des Tischapparats angebracht wird. Weit günstiger ist aber eine höherohmige Hörspule. Sie kann zum Beispiel aus dem Kleinhörer KN 04, der akustisch entsprechend abgeschirmt wird, bestehen. Ebenso ist nach Entfernen einer Kernhälfte ein Übertrager K 20 (Anschlüsse rot und weiß) verwendbar. Die besten Ergebnisse liefert jedoch eine 2000-Ω-Kopfhörerkapsel, von der man den Membranteil abschraubt. Sie ergibt eine überraschend laute, von akustischen Störungen freie Wiedergabe (Bild 58). Auf solche Weise kann man den Wetterbericht, Nachrichten, Kinopläne und ähnliches abhören, ohne an den Apparat gebunden zu sein. Auch längeres Warten auf einen „schwerhörigen" Partner wird so erleichtert. Bis zur

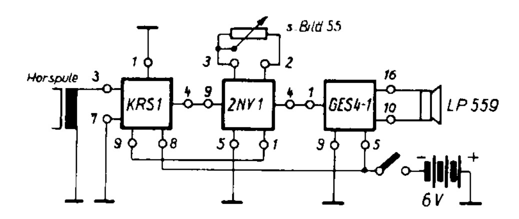


Bild 58 Telefon-Mithör-Verstärker

Gesprächsaufnahme braucht man nur auf den aus dem Lautsprecher dringenden Rufton zu achten.
Es erübrigt sich eigentlich, darauf hinzuweisen, daß es auch hier (wie in allen Fällen) genügt, eine vorverdrahtete Leistenkombination zur Hand zu haben, die erst bei Bedarf mit GES 4–1 und 2NV 1 sowie KRS 1 „besteckt“ wird. Die Batterie (hier reichen auch 4 V, z. B. aus einer Flachbatterie oder zwei ETS-Akkus) kann im Gestell verbleiben.

4.25 Fonoverstärker

Im Grunde stellt diese Anwendung ebenfalls nur eine Variante der bis jetzt beschriebenen Kombinationen dar. Der Eingang richtet sich nach der Art des Tonabnehmers. Die Schaltung in der Einführung nimmt eine gewisse Fehlanpassung in Kauf (nur ein KUV 1 in Kollektorschaltung) und läßt darauf den 2NV 1 folgen. Oft reicht aber auch ein zweiter KUV 1 in Emitterschaltung. Auf Einzelheiten bezüglich Frequenzkorrektur bei den verschiedenen Tonabnehmersystemen kann hier aus Platzgründen nicht eingegangen werden.

4.26 Wechselsprechanlagen

Vier der sieben Baugruppen lassen sich zusammen mit zwei Kleinlautsprechern (günstig ist wieder der LP 559), einer 6- und einer 2-V-Batterie zu einer einfachen Wechselsprechanlage mit einer Nebenstelle kombinieren. Weiter benötigt man einen Einschalter,

einen 2poligen Umschalter und eine Taste mit einem Arbeits- und einem Ruhekontakt. Beim Aufbau dieser in Bild 59 angegebenen Schaltung wird es allerdings Probleme hinsichtlich Verkopplungen von Aus- und Eingang über die Masseverbindungen geben. Nur bei konsequenter Sternerdung (d. h., alle Plus-Leitungen treffen sich erst am positiven Batteriepol) und Erdung des Lautsprechergehäuses ist ein selbsterregungsfreier Betrieb möglich. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, empfiehlt sich eine 2polige Umschaltung von Ein- und Ausgang. Dies erreicht man zum Beispiel mit einem Kellogschalter entsprechender Polzahl. Zeitgemäßer ist ein Drucktastenschalter. Sehr günstig in Größe und Kontaktbestückung ist der Miniatur-Schiebetastenschalter der Fa. Neumann. Mit ihm kann auch jeweils gleich die Batterie mit eingeschaltet werden.
Der 50-Ω-Widerstand im Eingang von Bild 59 verhindert Einstreuungen von Fremdfeldern. Er unterstützt außerdem eine „Diskret-Schaltung“ in der Nebenstelle, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

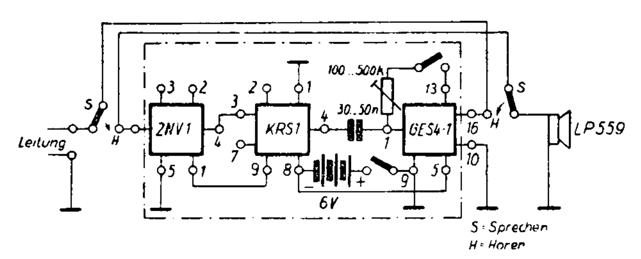


Bild 59 Wechselsprechanlage mit einer Nebenstelle (Nebenstelle siehe Bild 60)

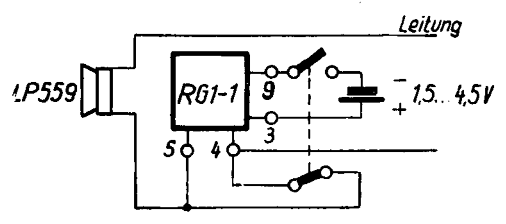


Bild 60 Nebenstelle der Wechselsprechanlage

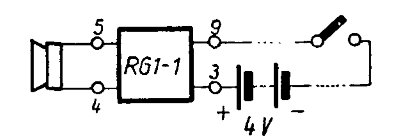
Die GES 4–1 läßt sich zur Erzeugung eines Ruftons heranziehen. Sind Lautsprecher und Batterie angeschlossen, so muß durch Berühren des Eingangskondensators und einer der beiden Lötflächen, die den Kollektoren der Endstufentransistoren zugeordnet sind, ein Ton entstehen (Rückkopplung). Dieser ist um so tiefer, je feuchter die prüfenden Finger sind. Die richtige Fläche wird dann leiterseitig durch einen isolierten Draht mit Anschluß 13 verbunden. Ein Einstellregler von 100 bis 500 kΩ und ein Schutzwiderstand von etwa 50 kΩ werden nun über die Ruftaste (einen Einschalter) von der vorderen Leiste (13) zur hinteren (1) geführt. Die Tonhöhe ist am Regler einstellbar. Den Rufkreis selbst ordnet man über den Tastenschalter so an, daß der zur Nebenstelle abgehende Ruf in der Hauptstelle kontrolliert werden kann. Diese Kontrollmöglichkeit wiederholt sich in der Nebenstelle (Bild 60), die mit dem RG 1–1 bestückt ist und während des Gesprächs keine Bedienung erfordert (in der Hauptstelle muß von „Sprechen“ auf „Hören“ umgeschaltet werden).

Unter Einsparung des RG 1–1 arbeitet die Anlage als Überwachungsverstärker; auch die Umschaltung ist unnötig. Die Hauptstelle braucht dann nur den Batterieschalter.

Ein weiterer Einsatzfall ist die Türsprechanlage, bei der der Rufgenerator über einen Klingelknopf betätigt wird, dem man von außen „nichts ansieht“. Auch einfach als Ersatz der herkömmlichen Klingel ist der RG 1–1 allein verwendbar (Bild 61). In diesem Fall wird man aus Gründen der Lautstärke eine 4,5-V-Flachbatterie einsetzen.

Doppelten Aufwand, aber weniger Sorge mit Verkopplungen bei 1poligen Umschaltern bringt eine Anlage mit zwei Hauptstellen (Bild 62). Nur das Gerät des jeweils Sprechenden ist in Betrieb; ein Umschalter legt bei „Hören“ den Lautsprecher, der vorher als Mikrofon wirkte, an die Leitung. (Achtung! Die 1. Ausgabe der gedruckten Einführung enthält in Bild 12 bei Hauptstelle 2 einen Fehler: E darf nicht an ⊥ liegen.) Man könnte auch umgekehrt die Hauptstelle

Bild 61
„Elektronischer Klingelknopf“



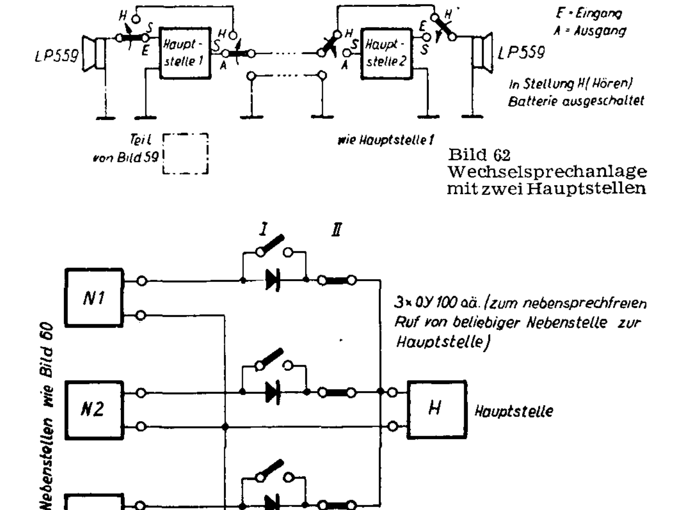


Bild 62
Wechselsprechanlage mit zwei Hauptstellen

Bild 63 Wechselsprechanlage mit mehreren Nebenstellen

als Abhörverstärker betreiben. Da in allen Fällen niederohmig übertragen wird (und die Verstärkung die Fehlanpassung voll ausgleicht), sind Einstreuungen fremder Felder nicht zu befürchten. Beim Abhörverstärker ist dazu wieder der 50-Ω-Widerstand am Eingang zu empfehlen.

Sollen an eine Hauptstelle mehrere Nebenstellen angeschlossen werden, so benötigt man neben einer entsprechenden Anzahl Rufgeneratoren und einem geeignet beschalteten Wähler-Tastensatz noch einige Flächengleichrichter des Typs OY 100 oder ähnliche (Bild 63).

Die Nebenstellen können dann unabhängig voneinander oder gemeinsam angesprochen werden. Ruft eine Nebenstelle, so verhindern die entsprechend zu polenden Dioden in den einzelnen Leitungen, daß die anderen Nebenstellen davon Kenntnis erhalten. Ist daraufhin die Hauptstelle nach Drücken der Teilnehmertaste „besetzt", so stellt das ein zweiter Rufer dadurch fest, daß sein Rufton im eigenen Lautsprecher kaum zu hören ist (da jetzt sein Kreis leerläuft).
Leider ist es aus Platzgründen nicht möglich, näher auf diese Anlagen und ihre vielfältigen Variationen einzugehen. Das bleibt einer anderen Veröffentlichung im Deutschen Militärverlag vorbehalten (Originalbauplan Nr. 2, 1964).

4.3 HF-Technik

Es folgen jetzt einige Anwendungen des Eingangsbausteins EBS 1, die im Berliner Raum innerhalb eines mehrstöckigen Hauses erprobt wurden. Die Entfernung zum Ortssender (611 kHz) betrug etwa 12 km ohne direkte Sicht. Soweit Hilfsantenne beziehungsweise Erde benutzt wurde, handelte es sich um einen Warmwasser-Heizkörper und um einige Meter im Zimmer ausgelegten Draht. Feldverzerrende Gebäudeeinflüsse machten es bei Empfang nur mit Ferritstab teilweise notwendig, diesen schräg oder gar senkrecht zu halten. Mit Hilfe der weiter unten beschriedenen Abstimmmöglichkeiten gelang der Empfang von mehreren Stationen. Der Aufwand ging dabei von Antenne und Erde in Richtung größerer Stufenzahl schließlich bis zum Ferritstab zurück. Als Schallwandler erwies sich am günstigsten der gute alte 2 · 2000-Ω-Kopfhörer. Alle anderen gleichfalls erprobten Systeme fielen ihm gegenüber stark ab. Bei Lautsprecherbetrieb wurde durchweg der LP 559 beziehungsweise ein großer Konzertlautsprecher verwendet. Letztgenannter zeigte deutlich, welch überraschend gute Klangqualität die winzigen Übertrager noch zulassen.

4.31 Einfacher Detektorempfänger

Die Schaltung nach Bild 64 gewährt bei entsprechender Antennenenergie lautstarken Empfang des Ortssenders.

Bild 64
Einfacher Detektor-empfänger mit EBS 1

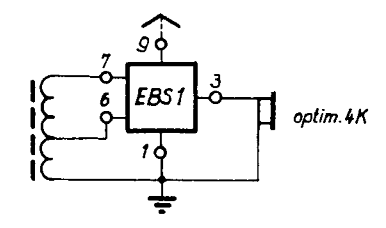
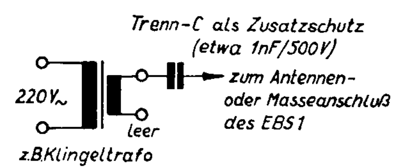


Bild 65
Ungefährliche „Lichtantennne" über die Kapazität eines Klingeltrafos (sekundär angeschlossene Leitungen dämpfen!)



Bei Abstimmung werden je nach Antennenaufwand weitere Sender hörbar, die genau eingestellt werden müssen, damit starke Nachbarstationen sie nicht übertönen. Sehr gute Ergebnisse bezüglich Senderzahl und Trennschärfe brachte es, wenn die Leitung am Heizkörper an den Antennenanschluß gelegt wurde. Als „Gegengewicht" diente ein Pol der Niederspannungswicklung eines Klingeltrafos, der zwar an das Netz angeschlossen war, aber keine abgehende Leitung aufwies. Dies stellt gewissermaßen eine ungefährliche „Lichtantenne" dar (Bild 65). Die Wicklung ist gegen das Netz zuverlässig isoliert, doch über die Kapazitäten Wicklung—Wicklung und Wicklung—Kern—Wicklung erhält man genügend HF-Energie. Bei Umpolung der Anschlüsse (d. h. Trafo an Antenneneingang, Heizkörper an Masse) oder auch nur bei Entfernen des Trafoanschlusses ging die Selektion dagegen völlig verloren. Es war dann über den ganzen Abstimmbereich hinweg mehr oder weniger stark der nächstgelegene Sender zu hören. Sicher hat hierbei die Körperkapazität, die über die Kopfhörer am Gerät liegt, einen gewissen Einfluß. Es lohnt jedenfalls, hinsichtlich der besten Antennenbedingungen einige Experimente zu machen (z. B. auch mit vorgeschaltetem Sperrkreis u. ä.). Auf all dies kann hier natürlich nicht näher eingegangen werden.

4.32 Detektor mit 1stufiger Verstärkung

Wird nur der KUV 1 als zusätzliche Baugruppe eingesetzt, so muß der EBS 1 mit einem Arbeitswiderstand von 5 bis 10 kΩ abgeschlossen werden, da sich sonst Verzerrungen ergeben (Bild 66a). Es kann statt dessen aber auch unter Ausschaltung des Koppelelkos eine Schaltung nach Bild 66b erfolgen. Schließlich ist hier bereits die Einschaltung eines Regel- und Siebgliedes KRS 1 möglich, so daß neben einer Lautstärkeregelung auch der Grundstein für eine Erweiterung in Richtung Lautsprecherbetrieb aus kleiner Batterie gegeben ist. Ein empfindliches Freischwingermodell, wie es vor Jahren noch zur Standardausrüstung des Bastlers gehörte, oder der Anschluß eines niederohmigen Lautsprechers über einen K 21 als Ausgangstrafo vermag bei bescheidenen Ansprüchen schon vom Kopfhörer zu befreien. Alle diese Möglichkeiten bieten sich, wenn der Antennenaufwand von 4.31 unverändert beibehalten wird. Bleibt man umgekehrt beim Kopfhörer, so kann dieser Aufwand jetzt verringert werden. Es genügt der einpolige Anschluß des Heizkörpers oder der Wasserleitung an den Antenneneingang. Auch einige Meter Draht bringen schon die stärksten Sender.

4.33 Detektor mit mehrstufigem Verstärker für Kopfhörer

Mit zunehmendem Verstärkeraufwand wird durch losere Antennen- und Verbraucherankopplung eine bessere Selektion möglich. Bei Hintereinanderschaltung

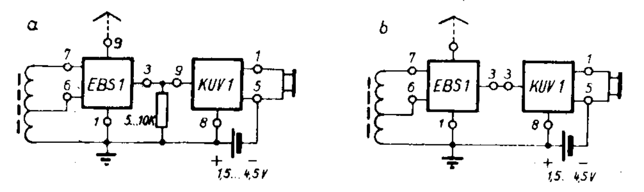


Bild 66 Detektor mit 1stufiger Verstärkung; a) mit Abschluß des EBS 1 durch Widerstand, b) mit direkter Ankopplung des KUV 1 ohne Elko und Widerstand

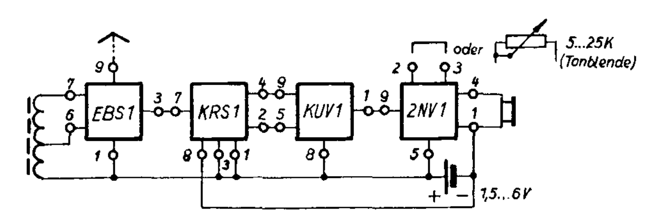


Bild 67 Kopfhörerempfänger mit mehrstufigem NF-Verstärker

von KUV 1 und 2NV 1 (eines Exemplars mit relativ kleiner Verstärkung) gelang es bei Anschluß allein der „Lichtantenne", einen mit 5 kW strahlenden Sender von einem mit 300 kW strahlenden recht gut zu trennen. Die Entfernung der beiden betrug etwa 15 km, ihr Abstand 54 kHz. Die Schaltung zeigt Bild 67.

4.34 Empfänger mit Lautsprecher

Als völlig ausreichend für alle Ortssender erwies sich die Schaltung nach Bild 68. Bei entsprechendem Antennenaufwand läßt sich sogar der KUV 1 einsparen. Wird statt des KUV 1 der 2NV 1 eingesetzt, so ist meist die Rauschgrenze schon erreicht. Dafür wachsen die Koppelgefahren bei unsachgemäßer Verdrahtung. Auch hier ist Sternerde wieder unerläßlich. In der nur bei sehr rauscharmen Verstärkern möglichen Schaltung mit KUV 1, 2NV 1 und GES 4—1 genügte ein Draht von 10 cm Länge zur Selbsterregung. Dieser Draht war ge-

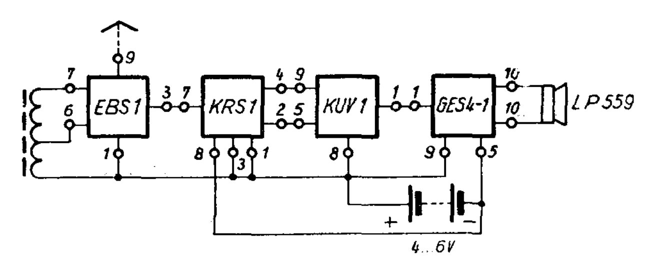


Bild 68 Lautsprecherempfänger mit EBS 1

meinsame Leitung zwischen Pluspol der GES 4—1 sowie dem an diesen angeschlossenen Pluspol des KRS 1 und der Batterie. Erst getrennte Leitungen von beiden Baugruppen zur Batterie brachten einwandfreie Verstärkung des vom EBS 1 gelieferten Signals.

4.35 Steigerung der Empfindlichkeit mit EBS 2

Naturgemäß bleibt Diodengleichrichtung am Eingang stets die unempfindlichste Empfängerschaltung. Inzwischen sind jedoch billige HF-Transistoren verfügbar, die allerdings manchmal stärker rauschen und größere Restströme aufweisen. Beides läßt sich durch eine Spezialschaltung neutralisieren. Diese ist verblüffend einfach. Jedem, der die Möglichkeiten des EBS 1 genügend studiert hat, sei danach zu einem Umbau geraten. Möglicherweise wird ein ähnlich aufgebauter EBS 2 beim Erscheinen dieser Broschüre sogar bereits im Handel sein.* Der Empfänger nach Bild 68, mit einem solchen EBS 2 (nennen wir ihn ruhig schon so) versehen, liefert lautstarken Ferritstabempfang aller sonst nur mit Hilfsantenne genügend stark einfallenden Sender (Bild 69). Liegt die Stromverstärkung des HF-Transistors (Typ LA 30, OC 871 oder OC 872) über 100, so kann sogar der KUV 1 noch entfallen. Aus dem EBS 1 entsteht der EBS 2, wenn die Diode ausgebaut wird. An die Lötfläche von Stecker 3 schließt man den Kollektor des Transistors an, während man den Emitter bauelementeseitig an die zu Stecker 1 gehörende Trimmer-

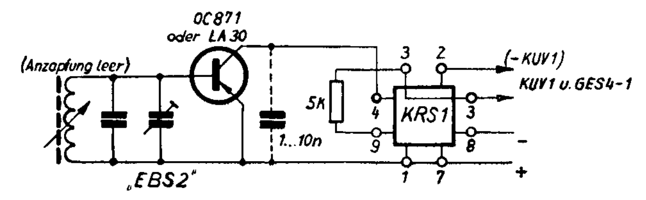


Bild 69 Änderung des EBS 1 zum „EBS 2" in Verbindung mit KRS 1

* Inzwischen überholt durch den noch wesentlich empfindlicheren EBS 2—1 (rückgekoppeltes Audion), von dem Ende 1963 bereits die ersten Exemplare in den Handel kamen (20,40 DM als vorläufiger Richtpreis).

fahne lötet. Die Basis kommt an die andere Trimmerfahne (Stecker 7). Anschluß 6 bleibt offen, die Anzapfung wird nicht mehr benötigt.
Dies dürfte vorläufig an HF-technischen Anwendungen der derzeitig vorliegenden Baugruppen genügen, zumal der Zweck des Programms ursprünglich gar nicht darin bestand, zum „Radio“ zu führen. Als mögliche Varianten jedoch, jederzeit wieder demontierbar und zu anderen Schaltungen zu komplettieren, sind diese Anwendungen recht reizvoll. Keinesfalls, das muß hier nochmals betont werden, darf man dabei ausschließlich den Empfänger als Endzweck sehen und zweifelnd seinen Preis dem anderer Möglichkeiten gegenüberstellen. Ebensowenig kann man eine einzige Fahrt mit einem Kraftwagen dem Preis eines solchen Gefährts gegenüberstellen. Erst die Vielzahl möglicher Fahrten bringt die richtige Relation.

4.4 Elektronische Schalter

Dämmerungsschalter („Laternengarage“) und Zählautomatik — das waren die beiden Anwendungen, für die der 2GV 1 ursprünglich vorgesehen war. Er sollte also Ströme in der Größenordnung einiger μA in Stromänderungen von einigen mA verwandeln, ohne daß an die Daten große Ansprüche gestellt werden. Mit einer einzigen Stufe war naturgemäß die geforderte Gesamtstromverstärkung von etwa 10^3 nicht erreichbar.
Der zulässige Sekundärstrom von 60 mA reicht für den Betrieb üblicher Kleinrelais (z. B. GBR 303 für 6 V) völlig aus. Mit einem solchen Relais aber lassen sich beliebige Wirkungen erreichen, deren Art und Zahl von der technischen Phantasie des Benutzers abhängen.

4.41 Richtwerte für den Einsatz des 2GV 1—1

Es sollen hier ausnahmsweise Meßwerte eines durchschnittlichen Einzelexemplars angeführt werden, da Gleichstromverstärker dem Amateur im allgemeinen weniger geläufig sind als solche für NF und HF. Zur Verfügung stand ein Exemplar mit den Transistordaten $h'_{21} = 58$, $I'_{co} = 140\,\mu A$ (Ts 1) und $h'_{21} = 42$, $I'_{co} = 40\,\mu A$ (Ts 2). Im Kollektorkreis lag ein Verbrau-

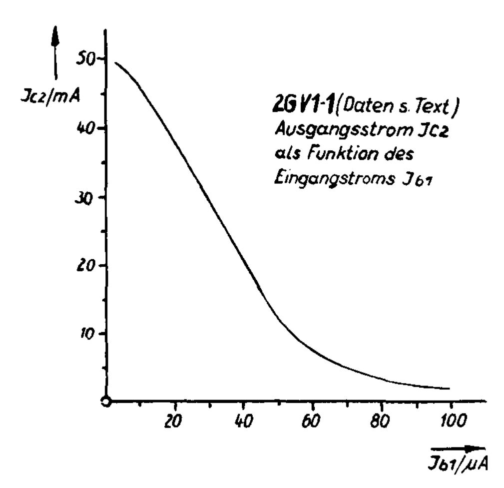


Bild 70 Ausgangsstrom I_{c2} als Funktion des Eingangsstroms I_{b1} — Richtwerte für den Betrieb des 2GV 1-1

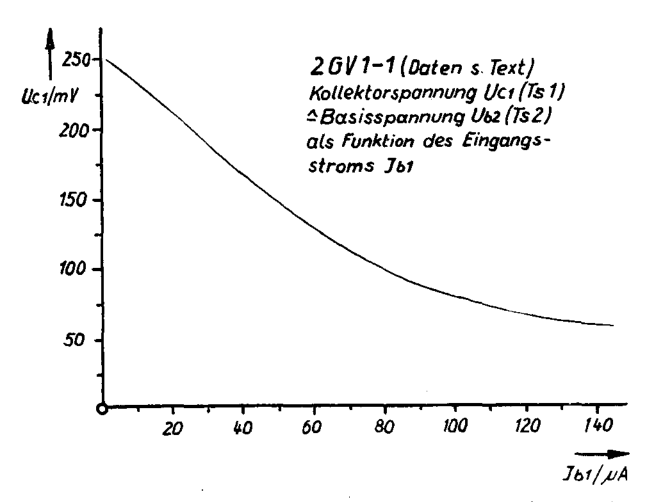


Bild 71 Abhängigkeit der Kollektorspannung des ersten Transistors vom Eingangsstrom (Erklärung des Verhaltens des 2GV 1-1)

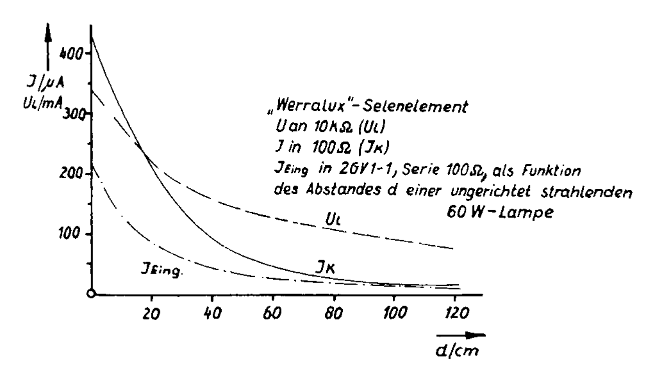


Bild 72 Stromabgabe eines ausgedienten „Werralux"-Selenelementes an einen Verbraucher von 100 Ω und an den Eingang des 2GV 1-1

cher von 100 Ω, in Serie dazu ein Multizet (Bereich 60 mA). Bild 70 zeigt die Abhängigkeit $I_{c2} = f(I_{b1})$. In Bild 71 ist die Kollektorspannung von Ts 1 in Abhängigkeit vom Eingangsstrom dargestellt; die in 3.36 gegebene Erklärung wird dadurch bestätigt. Der Eingangsstrom kann die verschiedensten Ursachen haben. Am häufigsten wird man sich eines Fotoelementes bedienen, wie es jeder Belichtungsmesser enthält (Selen). Einer älteren „Werralux"-Zelle konnten die in Bild 72 zusammengefaßten Werte entnommen werden. Als Quelle diente das ungebündelte Licht einer 60-W-Lampe. Der Fotoelementstrom wurde mit dem Multizet 1, Bereich 100 mV/1 mA, gemessen. Zum Vergleich enthält Bild 72 auch die Kurzschlußstrom-Kennlinie des Fotoelements, soweit man bei 100 Ω Instrumentenwiderstand von Kurzschluß sprechen kann. Bei maximaler Bestrahlung (Lampe an Zelle, nur kurzzeitig erlaubt!) erhält man an 10 kΩ 350 mV. Bild 72 gibt ebenfalls die „Leerlaufspannung" (an 10 kΩ Last) über der Lampenentfernung wieder. Je nachdem, wie gut eine Bündelung des Lichtes mittels Optik erfolgt (das Licht soll gerade die Elementfläche bedecken), kann aus größerer Entfernung auch schon mit Taschenlampe ein brauchbarer Eingangsstrom erzeugt werden.
Es folgen nun einige Anwendungen des 2GV 1–1.

4.42 Lichtschranke

Ein entsprechend gebündelter Lichtstrahl sperrt den 2GV 1–1, bis irgendein Gegenstand den Strahl unterbricht. Der für die Unterbrechungsdauer stark anwachsende Ausgangsstrom kann ein Zählwerk einen Schritt weiterschalten, durch Relais mit Selbsthaltekontakt Alarm auslösen oder eine Kontroll-Lampe aufleuchten lassen. Diese Möglichkeiten faßt Bild 73 zusammen. Der Regler im Eingang (z. B. das Potentiometer des KRS 1) dient dazu, die Grundempfindlichkeit der Schranke einzustellen, ist also nicht unbedingt nötig. Auf jeden Fall muß vermieden werden, daß bei Strahlenunterbrechung einfallendes Streulicht anderer Quellen (Tageslicht usw.) so stark ist, daß es die Auslösung des gewünschten Vorganges verhindert.

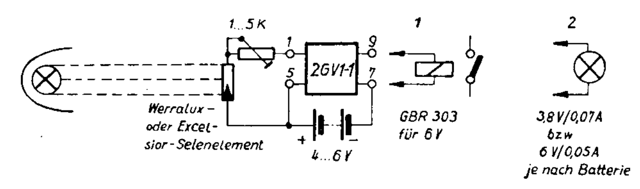


Bild 73 Lichtschranke mit 2GV 1-1 — verschiedene Möglichkeiten

4.43 Dämmerungsschalter

Je nach geforderter Lichtquellenintensität kann der 2GV 1–1 bei Anbruch der Dämmerung (bzw. für Zwecke der Notbeleuchtung) direkt oder über ein Relais Lichtquellen einschalten, die so lange in Betrieb sind, bis die Fremdlichtquelle wieder mit genügender Helligkeit strahlt. So lassen sich beispielsweise Kraftfahrzeuge bei Absinken der Tageshelligkeit unter den Ansprechwert der Anordnung mit Standlicht beleuchten, das wieder ausgeschaltet wird, wenn die Straßenbeleuchtung funktioniert. Hierbei ist es sinnvoll, die Optik auf die Laterne zu richten.
Für direkten Betrieb ist eine Last bis etwa 60 mA erlaubt. Es können also zwei in Serie geschaltete

3,8-V/0,07-A-Lampen oder eine 6-V/0,05-A-Lampe unmittelbar in den Kollektorkreis geschaltet werden (bzw. bei Betrieb an 4 V eine einzelne 3,8-V/0,07-A-Lampe, siehe Bild 73). Zum optimalen Einstellen der Grundhelligkeit ist in allen Schaltungen ein 5-kΩ-Regler zwischen Anschluß 7 und (–) Batterie sinnvoll; Verbraucher direkt an (–).

4.44 Auslösung akustischer Signale ohne Relais

Hierfür sind Versuche bezüglich Ansprechwert, -geschwindigkeit und Tonhöhe zu empfehlen. Die Grundschaltung zeigt Bild 74. Der „Stromgeber" kann dabei ganz verschiedener Art sein. Bei Lichtunterbrechung

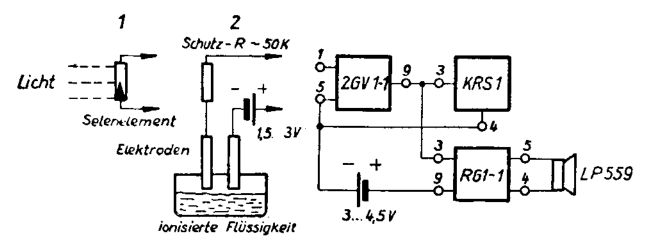


Bild 74 Auslösung eines akustischen Signals

würde zum Beispiel das Fotoelement einen Ton im RG 1–1 auslösen. Ebensogut kann auch ein Geber angeschlossen werden, der bei Befeuchtung mit ionisierbaren Flüssigkeiten (also etwa mit Wasser) anspricht und einen Ton (oder auch ein Lichtsignal) auslöst. Vom Innenwiderstand des Gebers hängt es ab, mit welcher Treiberspannung gearbeitet werden muß. Ein Schutzwiderstand ist aber immer zu empfehlen. In manchen Fällen reicht es auch, zwei Elektroden aus verschiedenen Metallen (oder Metall und Graphit) zu benutzen, die mit der zu signalisierenden Flüssigkeit ein galvanisches Element bilden. Dabei muß man auf richtige Polung achten. An b_1 (Anschluß 1 des 2GV 1–1) ist stets der negative Pol anzuschließen.

4.5 Meß- und Prüftechnik

Auf den Einsatz des RG 1–1 als Prüfgenerator für Bauelemente und Baugruppen wurde bereits in 3.4 und

3.6 eingegangen. Es ist verständlich, daß auch die folgenden Ausführungen wieder nur einige der Möglichkeiten andeuten können, die sich für die Anwendung der Baugruppen zu Meß- und Prüfzwecken bieten.

4.51 Signalverfolger

Zu einem vollständigen Signalverfolger gehören Prüftongeber und Prüftonsucher. Nur dann kann man einen zu prüfenden Verstärker voll erfassen. Als Geber dient wieder der RG 1–1, dessen Oberwellen bei entsprechend empfindlichen Geräten noch bis zu einigen MHz nachweisbar sind. Er ist dabei zweckmäßig nach Bild 75 zu betreiben. Für selektive HF-Prüfungen bis etwa 2 MHz (und auch für NF-Prüfungen) eignet sich sehr gut der „Tobitest 2" des VEB Werk für Fernmeldewesen (s. S. 5). Die Prüfung des HF-Teiles von Geräten ist natürlich auch mit einem am Eingang liegenden, starken Rundfunksender möglich.

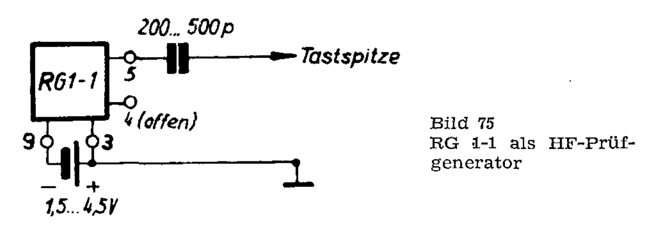


Bild 75
RG 1-1 als HF-Prüfgenerator

Damit besteht der Aufnahmeteil des Verfolgers HF-seitig aus dem EBS 1 als Eingang, von dem hier nur die Diode verwendet wird, einem KUV 1 oder 2NV 1 mit angeschlossenem Kopfhörer oder aus KUV 1 und GES 4–1 mit Lautsprecher. Der NF-Eingang liegt hinter dem EBS 1. Bei Prüfungen unter größerer Spannung stehender Verstärker (Röhrengeräte) muß mit entsprechend spannungsfesten Kondensatoren nicht zu großer Kapazität angekoppelt werden. Hier sollte man den KUV 1 als Kollektorverstärker (möglichst 2stufig) schalten und als Eingangskapazität maximal 10 nF/500 V benutzen. Die Angabe der Schaltung erübrigt sich, sie kann den in 4.2 gegebenen Beispielen entnommen werden.

4.52 Widerstands- und Kapazitätsmeßbrücke

Notwendige Baugruppen sind hier RG 1—1 und je nach Verstärkeraufwand KUV 1 oder 2NV 1 mit Kopfhörer, für Lautsprecherbetrieb zusätzlich GES 4—1. Bild 76 zeigt die Schaltung, zu der man noch eine 1,5- bis 4,5-V-Batterie, ein geeichtes lineares Potentiometer und Vergleichswiderstände sowie -kapazitäten (evtl. mit Schalter wählbar) benötigt. Die Kurzschlußfestigkeit des RG 1—1 erlaubt die Messung auch niederohmiger Widerstände. Umgekehrt war es in einem provisorischen Prüfaufbau möglich, bei 200 pF unbekannter und 500 pF Vergleichskapazität noch ein einwandfreies Minimum einzustellen. Allerdings wirkten sich hier Schaltkapazitäten bereits fälschend aus. Die Genauigkeit der Messung kleiner C-Werte hängt also stark von den Abschirmmaßnahmen und der Symmetrie der Schirmkapazität ab.

Es sollen hier keine detaillierten Dimensionierungsvorschriften gegeben werden. Ziel ist lediglich, die Brauchbarkeit der Baugruppen auch für solche Messungen zu demonstrieren. Man könnte also die RC-Meßbrücke (hinsichtlich der verwendeten Baugruppen) als „Nebenprodukt" der Wechselsprechanlage bezeichnen, ebenso

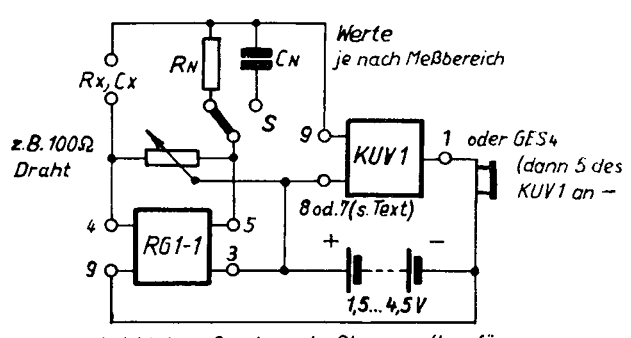


Bild 76 Widerstands- und Kapazitätsmeßbrücke mit RG 1-1 und Kopfhörer- oder Lautsprecherbetrieb, Grundschaltung

wie die vorn geschilderten Rundfunkempfänger als „Nebenprodukte" anderer Anwendungen. Auch die Meßbrücke wird, solange man sie nicht braucht, nur als Skelett von geeichtem Widerstand und Schalter mit einigen Meßwiderständen und -kapazitäten existieren, die ihrerseits ebenfalls wieder für andere Zwecke als Vergleichswerte dienen können. Außerdem enthält das Skelett natürlich die Federleisten, in die man bei Bedarf in wenigen Sekunden die Baugruppen steckt. Auch Batterie und der universell verwendete Lautsprecher lassen sich über angebaute Stecker- oder Federleisten der gleichen Art schnell anschließen. Zwei Kleinakkus können immer im Gerät verbleiben. Für die Regelung der Brückenempfindlichkeit hat sich das KRS 1 sehr gut bewährt, denn erst in Minimumnähe ist es zweckmäßig, die gesamte Verstärkung zur Verfügung zu haben.

Falls mit unter 5. beschriebenen „Funktionsblocks" gearbeitet wird, schiebt man sogar nur den Block „Verstärker für Lautsprecherwiedergabe" und den RG 1—1 in die Brücke ein.

4.53 Durchstimmbarer Tongenerator

Wird die Schaltung nach Bild 77 zusammengesteckt, so erreicht man im Leerlauf am RG 1—1 eine Frequenzänderung von etwa 1 : 5, allerdings bei entsprechendem Amplitudenrückgang. Diesen könnte man durch ein Doppelpotentiometer kompensieren, dessen zweite Schicht die Amplitude gegenläufig regelt. Statt der normalen RG 1—1-Impulse mit ausgeprägten Spitzen werden bei dieser Schaltung wesentlich bessere Recht-

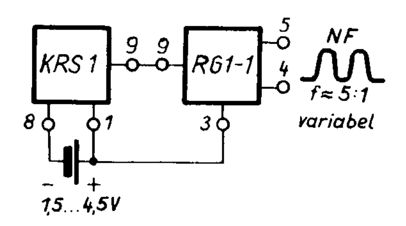


Bild 77
Durchstimmbarer Tongenerator mit RG 1-1

eckimpulse erzielt. Die Flankensteilheit ist natürlich durch Trafo und Transistor-Grenzfrequenz recht bescheiden. Durch Kurzschluß der Kontakte 8 und 9 (Bild 77) läßt sich der Bereich nach unten erweitern.

Weitere Beispiele gehen aus Platzgründen über den Rahmen dieser Broschüre hinaus.

4.6 Hilfsmittel elektrischer Art

Grundlage aller Experimente sollte eine anzapfbare 6-V-Batterie größerer Kapazität sein. Diese läßt sich aus vier Monozellen (BAE-Nr. 650) oder einem Motorradakku gewinnen. Sehr günstig ist ein Nickel-Kadmium-Sammler, da er Spannungen in 1,2-V-Stufen liefert. Diese „Zentral-Batterie“ erhält eine Isolierleiste mit fest eingesetzten 1-mm-Stiften in 2,5 mm Abstand. Entsprechend bestückte Federleisten, durch Litze mit den einzelnen Aufbauten verbunden, greifen dann automatisch die jeweils benötigte Spannung ab. Sind die Stifte genügend lang, so können gleichzeitig für mehrere Anwendungen Spannungen auf diese elegante Weise entnommen werden.
Stets vorhanden sein sollte ein niederohmiger Lautsprecher, möglichst in einer Schallwand oder in einem für verschiedene Versuche einsetzbaren Gehäuse. Ein Relais GBR 303 für 6 V ist ebenso zu empfehlen wie ein ausgedienter Belichtungsmesser mit einer noch brauchbaren Selenzelle. Ein voll funktionsfähiger Belichtungsmesser kann, wenn er mit drei Anschlüssen versehen wird, sowohl für Belichtungsmessungen (wobei man von außen die Zelle an das Meßwerk legt) als auch für Experimente einzeln benutzt werden.
Irgendein Drehspulmeßwerk sollte, wenn irgend möglich, zur Grundausrüstung gehören. Einige Stufen- und Schiebeschalter (Tastenschalter) sowie Regler verschiedener Belastbarkeits- und Widerstandswerte vervollständigen diese Ausrüstung. Ein Sortiment Festkondensatoren und Widerstände (vorwiegend 1/20-W-Typen) versteht sich von selbst. Es wird ergänzt durch Glühlampen 3,8 /0,07 A und 6 V/0,05 A mit entsprechenden Fassungen. PVC-isolierte Litze als äußere Verbin-

dungsleitung und blanker oder verzinnter, bei Bedarf mit Rüsch zu überziehender 0,5-mm-Schaltdraht als innere Verbindung (zwischen den Federleisten) stellen die günstigsten Verdrahtungsmaterialien dar.

5. Gerätetechnik mit Standard-Baugruppen – mechanischer Teil

5.1 Mechanische Grundkonzeption

Wie bereits eingangs geschildert, ist das Grundprinzip der beschriebenen Baugruppentechnik die Auswechselbarkeit der Baugruppen durch einen einfachen Steckvorgang bei gleichzeitiger Realisierung dichtester Bauelementepackung im Gerät. Das hatte auf Form, Größe und Anordnung Einfluß. Es wäre nun wenig sinnvoll, wenn für diese, steckbaren Röhren ähnelnden Baugruppen, die aus der Röhrentechnik geläufigen Chassisaufbauten verwendet würden. Außer Batterie und „Folgeorganen" (Lautsprecher, Abstimmeinheit, Schalter u. ä.) befinden sich ja hier alle Bauelemente innerhalb der steckbaren Einheiten. Die wirtschaftlichste Lösung bildet daher ein Aufbau, der in Länge, Breite und Höhe die Maße der dicht aneinandergereihten Baugruppen möglichst wenig überschreitet. Dies gilt vor allem für die zu geschlossenen Geräten vorgesehenen Zusammenschaltungen.

Man kann die Kombinationen der vorliegenden Baugruppen folgendermaßen aufteilen:

a) Versuchsaufbauten – diese bleiben offen, der Platzbedarf spielt noch keine große Rolle;
b) Einschub- oder „Funktions"-Blöcke – sie bilden einen Übergang für solche Geräte, wo der notwendige Raum zusammenhängend zur Verfügung steht. Die Blöcke tragen die steckbaren Baugruppen und sind ihrerseits mit Stecker- oder Federleisten für Gesamtein- und -ausgang sowie für Batterie versehen;
c) geschlossene kleinere Geräte – hier sind die Baugruppen in die beispielsweise zwischen Lautsprecher, Batterie und Schalter oder Abstimmeinheit freigebliebenen Räume einzufügen. Zum Teil ist auch dabei die Zusammenfassung zu Blöcken möglich.

5.11 Befestigung der Federleisten im Gerät

Die einheitlich 35 mm lange Federleiste erhält beidseitig zwei Spalten zu je drei freibleibenden Löchern

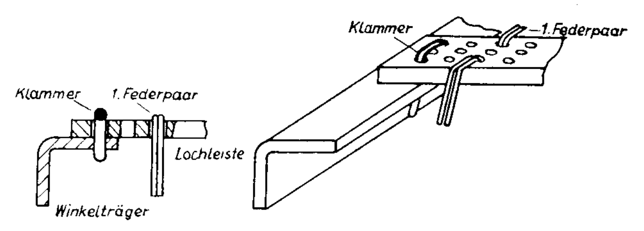


Bild 78 Vorschlag für die Befestigung der Federleiste im Gerät

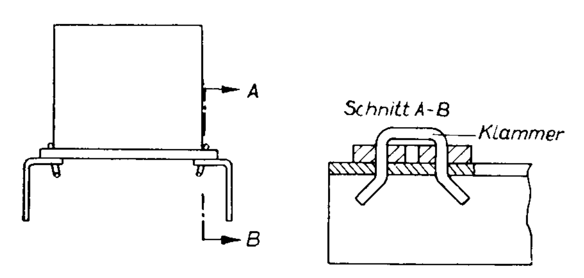


Bild 79 Verwendung um 5 mm gekürzter Leisten (Rasteffekt ähnlich Bild 50)

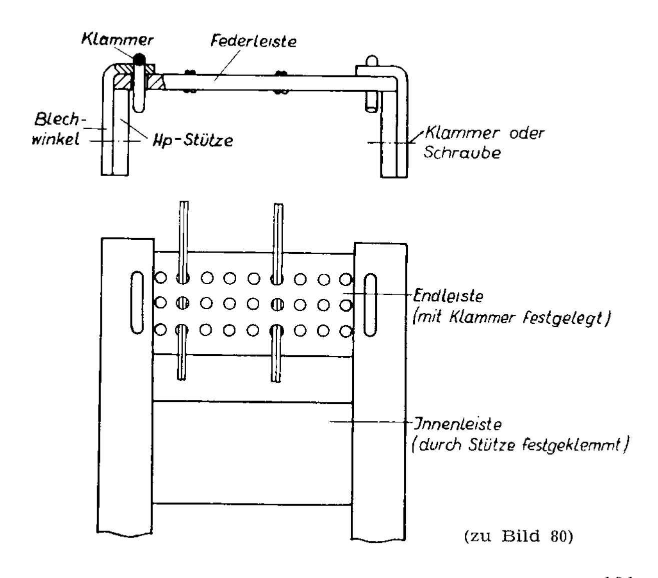
von 1,3 mm Durchmesser. Man könnte hier Gewinde schneiden oder größere Durchgangslöcher für Schrauben anbringen. Es genügt bei den auftretenden Kräften jedoch völlig, mit 1-mm-Kupferdraht zu arbeiten. Der Träger wird mit entsprechenden Bohrungen versehen (Bild 78). Die Klammern brauchen nur leicht abgebogen zu werden und gestatten leichtes Lösen. Auf diese Weise ist auch Einzelbefestigung im Gerät möglich. Die dabei benötigten kleinen Blechwinkel kann man anschrauben oder klammern. Bei Pappgehäusen nach 5.6 genügt sogar ein auf ähnliche Weise wie das Gehäuse angefertigter „Duosan-Papierwinkel" oder ein Holzklotz, im Gehäuse angeklebt. Wichtig ist, daß die Leiste stets beidseitig auf derartigen Stützen ruht.

In vielen Fällen kann man die Leiste längs der letzten Lochspalte auf beiden Seiten auf 30 mm Länge kürzen. Die an jedem Ende verbleibende freie Lochspalte ist

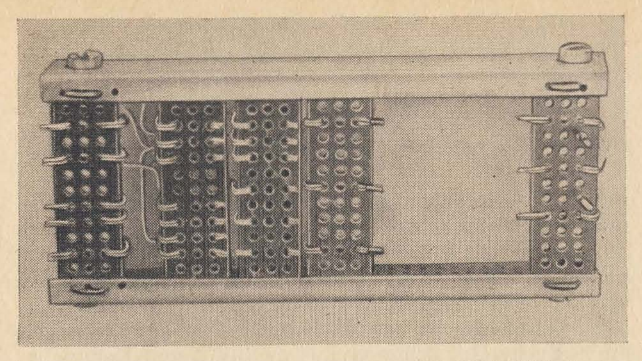
noch für 0,8- bis 1-mm-Klammern geeignet. Hier tritt sogar ein gewisser Rasteffekt für die Baugruppe ein (Bild 79).

5.12 Leichtbauchassis für Versuche und Einschübe

Bei dem im folgenden beschriebenen Chassis kommt man größtenteils oder ganz ohne solche Befestigungen aus und erhält einen Universalträger, der sich elegant handhaben läßt (Bild 80). Längenmaße und Höhe der Winkel bestimmen der Einzelfall. Für die Winkel genügt bereits leicht zu bearbeitendes 0,5-mm-Alublech, die Stützstreifen können aus 1- bis 2-mm-Hartpapier oder ebenfalls wieder aus Blech (evtl. Winkel) bestehen. Bei offenen Aufbauten legt man den ersten und letzten Streifen wie oben geschildert fest, wodurch sich das ganze Gestell selbst hält. Die Stützstreifen, mit Schrauben oder Klammern an den Deckwinkeln befestigt, klemmen die Leisten fest. Es empfiehlt sich diese Aufbaureihenfolge: Vorgesehene Baugruppen auf ihre



(zu Bild 80)



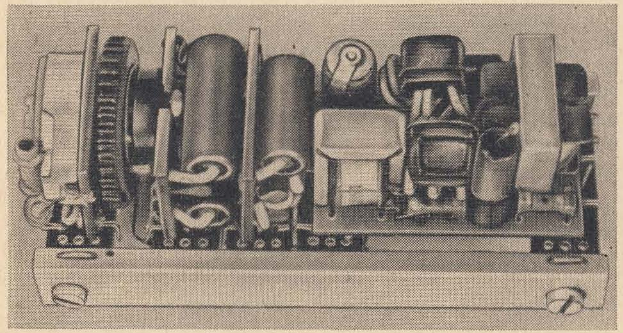


Bild 80 Universalträger für Lochleisten

Leisten stecken und in richtiger Reihenfolge hintereinander anordnen. Notwendige Länge einschließlich 5 mm Sicherheit feststellen. Blechwinkel passender Länge anfertigen (Oberkantenbreite max. 5 mm bei ungekürzten Federleisten), oben mit zwei Bohrungen von 1 mm Durchmesser (min. 2,5 und 7,5 mm vom Winkelstreifenende aus) versehen. Seitenlöcher je nach Befestigungsart der Stützstreifen (Klammer oder Schraube) anbringen. Stützstreifen im Abstand von 1,5 mm von der Oberkante, von innen gemessen, anlegen, Seitenlöcher auf die Streifen übertragen, Stützstreifen lose anbringen. Erste Federleiste befestigen. Übrige Leisten in richtiger Reihenfolge und Lage in die zwischen Blech-

winkel und Stützstreifenkante entstandene Fuge einschieben. Endleiste befestigen. Baugruppen aufstecken. Kontrolle von unten, ob sich Federn berühren (alle Anschlußfedern sollten vorher nach unten gebogen werden). Zweckmäßig schneide man vorher die kurzen Federenden bis innerhalb Plattenkante mit dem Seitenschneider ab. Nun legt man die mechanischen Verbindungen fest. Es kann mit der Verdrahtung begonnen werden. Positive Leitungen sind einzeln zum Batterieanschluß zu führen, wenn größere Verstärkungen vorliegen. Die Verdrahtung hält nun die Leisten in der Soll-Lage. Der Gestellaufbau ist fertig und kann betrieben werden. Eine vorherige Kontrolle auf Kurzschlüsse ähnlich 3.6 ist wiederum ratsam.

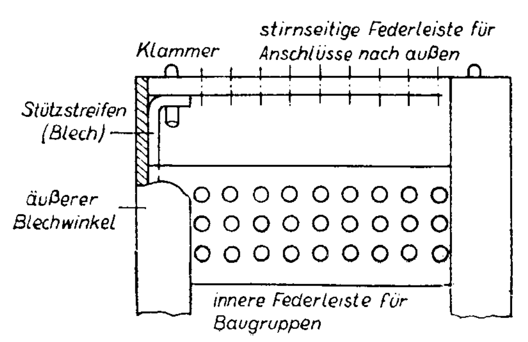


Bild 81 „Funktionsblock"-Träger mit stirnseitigen Kontaktleisten

Bild 81 zeigt, daß man auch völlig ohne Festlegen der Endleisten auskommt. Dafür erhält der Aufbau stirnseitig Federleisten für den Anschluß von Eingang, Ausgang, Batterie und so weiter (je nach Gerät) über 1-mm-Stifte. Die Stützstreifen sollten dabei aus 1-mm-Blech bestehen und stirnseitig umgebogen werden. Aus diesen Ausführungen erkennt man, wie verblüffend einfach und sicher von jedem anwendbar die mechanischen Aufbauten sind.

5.13 Weitere Einsatzmöglichkeiten der Kontaktleiste

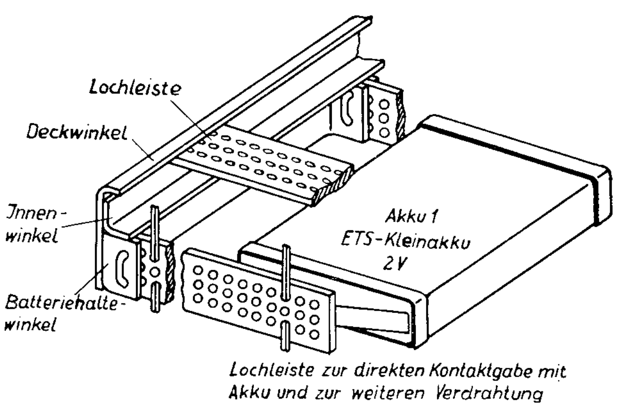
Auch ohne Baugruppe ist die Kontaktleiste vollwertiges Bauelement. Sie gestattet es (je nach der Not-

wendigkeit einer Befestigung), bis zu 13 Leitungszüge anzuschließen! Man kann sie also als bewegliche Vielkontaktleiste einsetzen. Bei Bedarf wird der Streifen in ein schmales, vorn offenes Gehäuse eingebaut. Gegenkontaktleisten mit 1-mm-Stiften (z. B. Streifen aus kupferkaschiertem Halbzeug mit entsprechend unterteilter Folie) setzen die Leitungsverbindung fort. Ein- bis Vierfachstecker können auch mit Federleisten kombiniert werden, indem man einfach die Leitung (Litze) an die eine Seite des Federpaarendes lötet, an die andere Seite aber einen 1-mm-Stift, der vorn angespitzt wurde. So lassen sich universelle Leitungen gewinnen, die beidseitig diese Stecker-Feder-Kombination tragen und damit sowohl an Stecker als auch an Federn lösbar angeschlossen werden können.

5.2 Hinweise für die Beispiele aus Kapitel 4

5.21 Funktionsblöcke ohne Lautsprecher

Soweit es sich um Verstärkerkombinationen handelt, die nur vorübergehend und vor allem ortsgebunden eingesetzt werden, empfiehlt sich der Aufbau als Funktionsblock. Für viele Zwecke kurzzeitigen Betriebes ist räumlich und in der Kapazität der 2-V-Kleinakku von ETS recht günstig. So genügen zum Beispiel für viele Fälle auch bei Lautsprecherbetrieb 4 V. Die Kombination KRS 1 — KUV 1 (oder 2NV 1) — GES 4—1, vielleicht noch durch den EBS 1 oder 2 erweitert, hat gerade die Länge zweier solcher Akkus, wenn diese hintereinandergelegt werden. Bringt man unter dem in 5.12 beschriebenen Träger mit Winkeln diese Batterien an, so erhöht sich dadurch der Aufbau nur um etwa 14 mm. Sogar eine geeignete Kontaktierung zwecks schnellen Batteriewechsels ist dort noch unterzubringen. Vorschläge zeigt Bild 82.
Der ganze Block läßt sich schließlich streichholzschachtelähnlich in ein nach 5.6 hergestelltes Gehäuse einschieben, das oben einseitig so weit ausgespart wird, daß der Regler des KRS 1 nicht stört und noch zugänglich bleibt.



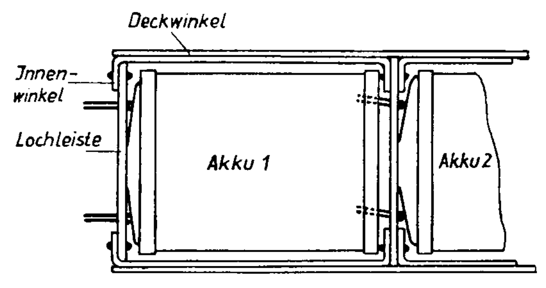


Bild 82 Universalträger mit Batterieaufnahme

Für viele dieser Zwecke wird ein irgendwo im Zimmer fest installierter (größerer) Lautsprecher benutzt. Zu diesem führt man lediglich die niederohmige Ausgangsleitung des Verstärkers über eine der in 5.13 beschriebenen Leitungen mit Stecker-Feder-Kombination.

5.22 Gerätekombinationen mit Lautsprecher

Soll ein kleiner LP 559 im Gehäuse untergebracht werden, so ordnet man die Batterien beispielsweise hoch-

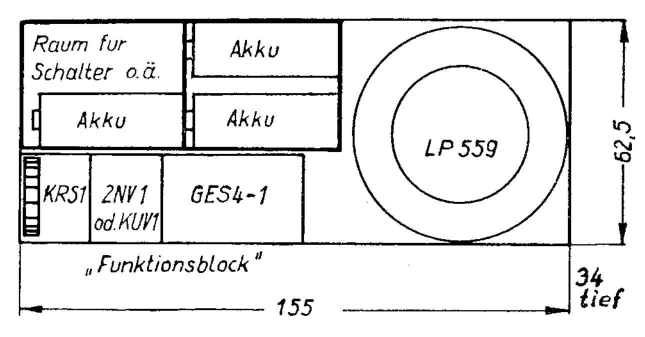


Bild 83 Verstärker mit eingebautem Lautsprecher LP 559

kant neben dem Verstärker an (Bild 83), deren Kontaktierung wieder wie bei 5.21 in einem Rahmen erfolgen kann. Bei 6-V-Betrieb ist der freie Raum von Akkugröße für einen Schalter ausnutzbar. So wird nach Bild 83 die raumsparende Anordnung eines kompletten Verstärkers in „Funktionsblockausführung" mit Lautsprecher möglich. Die Bautiefe des Lautsprechers entspricht der Bauhöhe des Blockes und der hochkant gestellten Akkus. Werden im Falle eines Empfängers EBS 1 und KRS 1 getrennt von KUV 1 und GES 4—1 untergebracht (z. B. in den freien Räumen neben dem Lautsprecher, der bekanntlich ein rundes Magnetsystem besitzt), so erhält man eine Anordnung nach Bild 84. Da das Chassis hier noch flacher gehalten werden kann, läßt sich die GES 4—1 etwa 5 mm weit unter den Lautsprecher schieben. Außerdem wurde hier von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Leisten auf beiden Seiten um je 2,5 mm zu kürzen. Die vierte leere Ecke am Lautsprecher kann den Schalter aufnehmen. Durch den Ferritstab erhöht sich das Gerät (im Falle des Empfängers) um etwa 10 mm. Statt der Rückwand ist die senkrechte Anbringung des Tastensatzes im Falle „Wechselsprechanlage" (oder für die Tastenwahl mehrerer mit Festkondensatoren eingestellter Stationen beim Empfänger) möglich.
Für die GES 4—1 erscheint noch ein Hinweis bezüglich der Isolation des Leitungsmusters gegenüber den Federleisten angebracht (Flächenstecker!). Am einfachsten

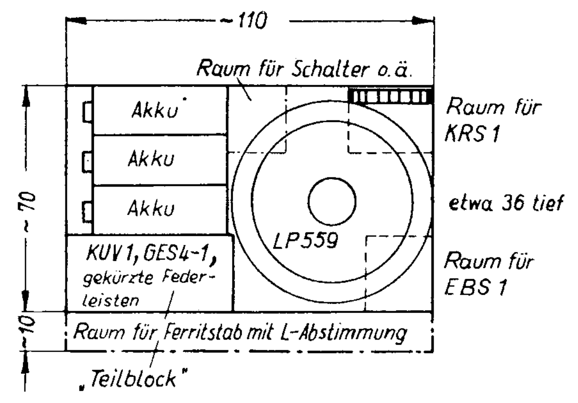


Bild 84 Ausnutzung des Raumes rund um den Lautsprechermagneten

ist es, die Stecker mit engen Manschetten von etwa 2 mm Rüsch zu überziehen, so daß die Baugruppe von diesen auf Abstand gehalten wird.

5.23 Einfache Induktivitätsabstimmung für EBS 1 und 2*

Zunächst bestreicht man die Wicklung (nicht den Papierträger!) des Ferritstabes allseitig dünn mit Duosan oder ähnlichem Kleber und läßt trocknen. Die Wicklung wird dadurch so steif, daß man anschließend den Ölpapierträger vorsichtig mit der Pinzette nach innen zu lösen kann. Die Litzenanschlüsse dürfen bei all diesen Arbeiten nicht geknickt werden, damit kein Drähtchen abbricht! Das Ölpapier legt man nun um den Ferritstab und schneidet den Teil längs des Stabes ab, der wesentlich über eine Lage hinausgeht. Anschließend schiebt man die Spule wieder über beides, legt sie an den Enden mit etwas Duosan auf dem Papier fest und läßt wieder trocknen. Der Stab wird sich danach wesentlich leichter verschieben lassen. Etwas Talkum (auch Körperpuder eignet sich) unterstützt die Gleitwirkung. Die Spule muß so auf dem Stabende sitzen, daß die Anzapfung weiter innen liegt! (Bei EBS 2 un-

* EBS 2-1 enthält dafür bereits einen verschiebbaren Spulenträger mit Lötleiste.

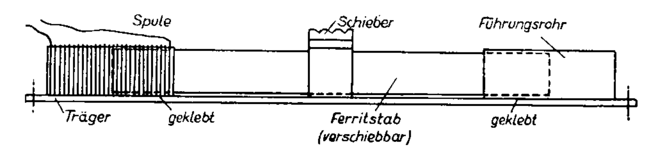


Bild 85 Induktivitäts-Abstimmung mit Ferritstab aus dem EBS 1

wichtig.) Wird später der Stab zu Abstimmzwecken in der Spule verschoben, so muß der angezapfte, kleinere Teil der Spule stets auf dem Stab bleiben, sonst wird der Diode zuwenig Energie zugeführt. Dem mechanischen Geschick des einzelnen bleibt es überlassen, wie er weiter verfährt (z. B. Seilzug).
Natürlich läßt sich — im primitivsten Fall — auch am Stab selbst schieben. Immer jedoch muß die Spule im Gerät zuverlässig fixiert werden. Man kann zum Beispiel auf dem Stab eine zweite, ebenfalls leichtgängige Papphülse anbringen und diese auf dem gleichen Träger wie die Spule festkleben. Zwischen beiden Lagerstellen wird der Stab dann verschoben. Als Schieber erhält er ein am ganzen Umfang angeklebtes Pappstück mit aufgeklebtem, geriffeltem Hartpapierschieber, der von außen zugänglich ist (Bild 85). Die Voraussetzung dafür bildet stets ein gerader Stab ohne störende Erhebungen (denn je mehr solcher Unebenheiten vorhanden sind, um so „klappriger" muß die Führung werden, damit man zufriedenstellend abstimmen kann). Unter Beibehaltung der Grundkapazität des EBS 1 von 400 pF läßt sich ein Frequenzbereich von etwa 1 : 2 abstimmen (d. h. etwa von 600 kHz bis 1200 kHz). Diese Abstimmung ist auch für den EBS 2 gut geeignet; die Ergebnisse (besonders am oberen Ende) sind besser als beim EBS 1.

5.3 Gehäusefragen

Die Anwendung der Baugruppen ist erst dann optimal, wenn ihnen die Gehäuse der einzelnen Geräte angepaßt sind. Ausgeklammert werden hier natürlich die Fälle, wo man vorhandene Anlagen durch das Einsetzen von Funktionsblocks ergänzt.

Es gibt viele mehr oder minder bekannte und aufwendige Möglichkeiten für die Eigenherstellung von Gehäusen. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf eine einzige Art, die besonders für Kleinbautechnik-Geräte geeignet erscheint. Vor allem ist sie jederzeit leicht realisierbar. Bekanntlich geht es hier nie um große Massen oder um komplizierte geometrische Formen. Das Grundelement bildet daher der „gefaltete Rahmen".
Bestechend ist die Möglichkeit, 1-mm-PVC über einem heißen Widerstandsdraht partiell zu erwärmen und dadurch längs dieser Linie leicht zu biegen. Doch PVC-Platten werden nicht allgemein greifbar sein (man findet sie z. B. als Abfall auf Baustellen), außerdem erhält man meist nicht den notwendigen Spezialkleber. Festes Papier, dünne Hartpapierplatten und Duosan bilden daher die Rohstoffe für kleine Gehäuse. Bedenkt man, wie fest bereits eine Streichholzschachtel oder ein Schuhkarton ist und berücksichtigt man die versteifende Wirkung eines AlleskIebers, so wird man bald Vertrauen zu dieser Technik fassen. Der erfolgreiche Versuch dürfte die letzten Zweifel beseitigen. Grundsätzlich wird mehrlagig gearbeitet, immer unter Zwischenstreichen von Duosan oder ähnlichem. Das Ergebnis ist eine recht harte Gehäusewand. Zur Herstellung eines geschlossenen Rahmens besorgt man sich zunächst eine „Seele" (oder mehrere Teilstücke) mit dem Innenmaß des gewünschten Rahmens. Um diese werden dann die in richtiger Breite geschnittenen

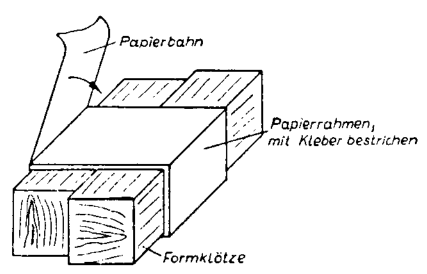


Bild 86 Herstellung leichter Gehäuserahmen aus Papier und Alleskleber — Formgebung durch Kombination von Holzklötzen o. ä.

Streifen gelegt und miteinander verklebt (Bild 86). Als letzte Lage kann dann noch Stoff oder klebefähige Folie das Ganze „verschönern“. Dünne PVC-Folie (z. B. Tischdecke) ist zwar mit Duosan nicht zu kleben, aber dennoch verwendbar, wenn man sie auf dem nach innen gefalteten Stück mit großen Löchern versieht und darauf nochmals eine Papierbahn klebt. Das Ganze ist dann festzuklammern, damit sich die Folie während des Trockenprozesses nicht wieder herauszieht.
Die mit mehrlagigen Papierwinkeln eingeklebte Vorderwand sollte, ebenso wie die bis zu eingeklebten Anschlägen einzuklemmende Rückwand, aus Hartpapier bestehen. Dadurch bekommt das Gehäuse mehr Halt.
Ist der Inhalt (den man am besten an der Frontplatte montiert) zu schwer, so empfiehlt sich ein Rahmengerüst aus Hartpapier, das dann mit Papier und Kleber umkleidet wird. Für die Lautsprecheröffnung genügt übrigens eine Anzahl von 3-mm-Löchern. Die ganze Vorderwand kann ebenfalls mit schalldurchlässigem farbigem Material bespannt werden.
Sauber gearbeitete Blechgehäuse sind überall da zu empfehlen, wo durch sie keine funktionsmindernde Wirkung zustande kommen kann. Für Empfänger mit Ferritstab ist diese Art also nicht geeignet.
Völlig aus Hartpapier oder Holz bestehende Gehäuse eignen sich natürlich für alle obengenannten Zwecke. Reizvoll ist auch die Verwendung der heute in ausreichenden Mengen erhältlichen durchsichtigen Kunststoffdosen verschiedener Größe.

6. Versuch einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Der Amateur sollte zwar wirtschaftliche Erwägungen nicht in den Vordergrund stellen, doch werden ihn seine finanziellen Gegebenheiten zwingen, auch diesen Punkt zu berücksichtigen. Daher mag er den Preis eines Bausatzes der geschilderten Art zunächst – gemessen am Inhalt – wohl hoch finden. Die vorliegende Arbeit und die bereits in sie eingestreuten Bemerkungen werden ihm aber inzwischen gezeigt haben, welcher tatsächliche Wert in Kontaktbauelementen und Leiterplatte liegt, abgesehen vom nicht mehr erforderlichen Auslese- und Abstimmaufwand. Den größten Wert aber steckt er selbst in rechter kurzer Zeit hinein (der Zusammenbau einer Gruppe schwankt zwischen 0,5 und 1,5 Stunden). Das Wort „Stecken“ ist überhaupt, wie sich gezeigt hat, der Schlüssel zu allem. Sieben Baugruppen für zusammen weniger als DM 200,–, dazu die entsprechende Anzahl nachbezogener Kontaktleisten (im ganzen ein Wert von wenigen DM) erlauben ein Spektrum von Geräten, die wegen des beschränkten Umfanges der Broschüre nur zu einem kleinen Teil (etwa 20 Stück) hier beschrieben sind. Sie alle können als vorverdrahtete Gerüste geringen Materialwerts jederzeit bereitgehalten werden, um sie mit Hilfe der „aus der Schachtel genommenen“ Baugruppen in wenigen Minuten in Geräte speziellen, relativ hohen Gebrauchswerts zu verwandeln. Sie erlauben es, in kürzester Zeit wiederum in ein anderes Gerät überzugehen, wie es gerade benötigt wird. Einer Abnutzung sind dabei nur die Steckverbindungen unterworfen. Kein Transistoranschluß bricht in Zukunft ab, kein Elko „verkocht“ beim Löten. Während bei den Steckern mit dem Schwinden der Silberschicht nur der Übergang auf den ebenfalls guten Kontaktwerkstoff Nickel verbunden ist, können im langen Betrieb eventuell erschlaffte Federn leicht nachgebogen werden. Aber auch ein neues Federpaar kostet nur Pfennige.

Selbstverständlich will das Baugruppensystem nun eigene Entwicklungen und selbständiges Denken nicht überflüssig machen. Abgesehen davon, daß mit den ganz im System realisierbaren Geräten das moderne „Denken in Baugruppen" gefördert wird, bleiben genug interessante technische Probleme, bei denen die eine oder die andere Baugruppe willkommene, zeitsparende Hilfe sein wird. Sei es dabei nur der so oft wiederkehrende Fall, ein Signal schnell einmal auf „hörbare" Werte zu verstärken. Dann genügt jetzt ein Griff zur Federleiste; diese wird in die Schaltung einbezogen (vielleicht sogar frei in der Verdrahtung hängend), die Baugruppe aufgesteckt — fertig!

Auf diese Weise richtig verstanden und zweckentsprechend in seiner ganzen Vielfalt eingesetzt, rechtfertigt die Sammlung der sieben Baugruppen in kurzer Zeit die aufgewendeten Mittel.

Der hohe Gebrauchswert entbindet allerdings den Hersteller keineswegs von seiner Pflicht dem Käufer gegenüber (also vor allem gegenüber unserem Nachwuchs für Industrie und NVA), nach Wegen für eine günstigere Preisbildung zu suchen.



DEUTSCHER MILITÄRVERLAG